



# TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA  
POLITÈCNICA SUPERIOR  
UNIVERSITAT DE LLEIDA  
INSPIRING THE FUTURE

**Estudiant:** Sergi Subias Escartin

**Titulació:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol de Treball Final de Grau:** Disseny i construcció d'un equip per a mesurar les forces tangencials entre les rodes d'un vehicle i diferents paviments

**Director/a:** Joan Roca i Enrich

**Presentació**

**Mes:** Setembre

**Any:** 2020



**Universitat de Lleida**  
Escola Politècnica Superior

DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE  
LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS

Autor: Sergi Subias Escartin

ÍNDEX GENERAL DEL PROJECTE

Pàgina: 1 de 8



# ÍNDEX GENERAL DEL PROJECTE

<b>1. MEMÒRIA .....</b>	<b>1</b>
0. FULL IDENTIFICATIU .....	3
0.1. TÍTOL DEL PROJECTE .....	3
0.2. DADES DE L'AUTOR .....	3
0.3 DADES DEL DIRECTOR DEL PROJECTE .....	3
1.1. OBJECTIU .....	5
1.2. ABAST.....	6
1.3. ANTECEDENTS .....	8
1.3.1. MARC TEÒRIC .....	9
1.3.1.1. TIPUS DE MOVIMENTS .....	9
1.3.1.2. FORÇA DE FRICCIÓ AMB EL TERRA I EL COEFICIENT DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT .....	12
1.3.1.2.1. ESTUDI DEL COEFICIENT DE RODAMENT .....	13
1.3.1.3. LLISCAMENT O PATINATGE .....	15
1.3.1.4. FORÇA DE FRICCIÓ AMB L'AIRE .....	16
1.3.1.5. ALTRES FORCES QUE AFECTEN EN LA RODADURA .....	17
1.3.1.6. PLANTEJAMENT FINAL .....	18
1.3.1.6.1. FORCES NORMALS I FORCES DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT .....	19
1.3.2. ESTUDIS PREVIS .....	21
1.4. NORMES I REFERÈNCIES .....	22
1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES .....	22
1.4.2. BIBLIOGRAFIA .....	24
1.4.3. PROGRAMES DE CàLCUL .....	30
1.4.4. PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT DURANT LA REDACCIÓ DEL PROJECTE .....	31
1.5. DEFINICIONS I ABREVIATURES .....	38
1.5.1. DEFINICIONS .....	38
1.5.2. ABREVIATURES .....	39
1.6. REQUERIMENTS DE DISSENY .....	41
1.6.1. FUNCIONALS .....	41
1.6.2. DE MERCAT .....	42
1.6.3. DE FABRICACIÓ .....	42
1.6.4. DE TRANSPORT .....	43
1.6.5. DE SEGURETAT .....	43
1.6.6. DE MANTENIMENT .....	43
1.6.7. MEDIAMBIENTALS .....	43
1.6.8. DE FI DE VIDA .....	44
1.7. ANÀLISIS DE SOLUCIONS .....	45
1.7.1. DISSENY CONCEPTUAL .....	45
1.7.2. ESTRUCTURA EXTERNA O ESQUELET .....	47
1.7.3. UBACIÓ DE LES RODES I DEL MÀNEC TELESCÒPIC .....	48
1.7.4. SUPORT SISTEMA DE TRACCIÓ .....	49
1.7.5. UBACIÓ DEL CONTRAPÈS .....	51
1.7.6. UBACIÓ DELS EQUIPS ELÈCTRICS .....	55
1.7.7. ROSQUES REBLONADES I FEMELLES SOLDADES .....	56
1.7.8. XAPA DE REGULACIÓ .....	57



1.7.9. CÈL·LULA DE CÀRREGA .....	58
1.7.10. MESURA DE LA VELOCITAT .....	59
1.7.10.1. RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ .....	62
1.7.11. ARTICULACIONS I UNIONS MÒBILS .....	66
1.7.12. SUPORT EQUIPS ELÈCTRICS .....	67
1.7.13. COMPONENTS EQUIPSELÈCTRICS .....	68
1.7.13.1. BATERIA .....	68
1.7.13.2. REGULADOR PWM .....	69
1.7.13.3. SELECCIÓ DEL CABLEJAT .....	70
1.8. LLISTAT DE MATERIALS .....	71
1.9. PROCÉS DE FABRICACIÓ .....	73
1.10. RESULTAT FINAL .....	76
1.10.1. DISSENY FINAL .....	76
1.10.2. MILLORES .....	78
1.10.2.1. PLA INCLINAT .....	78
1.10.2.2. PROTECCIÓ EXTERNA .....	79
1.10.2.3. TRAVERSSER BASE EQUIPS ELÈCTRICS .....	80
1.10.2.4. PROTECCIÓ EQUIPS ELÈCTRICS .....	81
1.11. CONCLUSIONS .....	82
<b>2. ANNEX .....</b>	<b>1</b>
2.1. ÍNDEX DELS ANNEXES .....	2
2.2. INTRODUCCIÓ .....	3
2.3. CÀLCULS .....	3
2.3.1. CÀLCULS DE VELOCITAT I FORÇA .....	3
2.3.2. FORÇA DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE .....	7
2.3.3. ESFORÇOS EN ELS BULONS I ORELLES .....	8
2.3.3.1. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS TALLANTS .....	12
2.3.3.2. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS NORMALS .....	13
2.3.3.3. CÀLCULS EN LES ORELLES .....	14
2.4. DOCUMENTS .....	16
2.4.1. DADES MOTOR MAXON RE40 .....	17
2.4.2. DADES REDUCTOR HARMONIC DRIVE HFUC-17-120 .....	18
2.4.3. DADES CÈL·LULA DE CÀRREGA FUTEK LSB210 .....	19
2.4.4. DADES BATERIA X-GO .....	20
2.4.5. DADES REGULADOR PWM .....	21
2.4.6. CATÀLEG PERFILS QUADRATS .....	22
2.4.7. CATÀLEG PERFILS CIRCULARS .....	23
2.4.8. DADES COIXINETS IGLIDUR R, RFM-08010-05 .....	24
2.4.9. CATÀLEG ANELLS SEEGER .....	26
2.4.10. CATÀLEG ROSQUES REBLONADES .....	27
2.4.11. CATÀLEG TIPUS DE CARGOLS .....	28
2.4.12. CATÀLEG CARGOLS HEXAGONALS, ROSCA PARCIAL .....	29
2.4.13. CATÀLEG FEMELLES HEXAGONALS .....	30
2.4.14. CATÀLEG VARILLES ROSCADES .....	31
2.4.15. CATÀLEG PASSADOR ARTICULAT .....	32
2.4.16. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS CARGOLS .....	33





2.4.17. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS ACERS .....	34
2.4.18. TAULA DELS COEFICIENTS DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE .....	35

### 3. PLÀNOLS .....1

3.1. ÍNDEX DELS PLÀNOLS.....	2
3.2. PLÀNOL GENERAL DE L'EQUIP.....	REF 0141
3.2.1. PLÀNOL CONJUNT DE TRACCIÓ.....	REF 0241
3.2.1.1. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_6.....	REF 0341
3.2.1.1.1. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_1.....	REF 0441
3.2.1.1.2. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_2.....	REF 0541
3.2.1.1.3. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_3.....	REF 0641
3.2.1.2. PLÀNOL BULÓ SUBJECCIÓ SISTEMA TRACCIÓ.....	REF 0741
3.2.1.3. PLÀNOL BRAÇ REACCIÓ_1.....	REF 0841
3.2.1.4. PLÀNOL BRAÇ REACCIÓ_2.....	REF 0941
3.2.1.5. PLÀNOL BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA.....	REF 1041
3.2.1.6. PLÀNOL VARILLA ROSCADA M5_1.....	REF 1141
3.2.1.7. PLÀNOL VARILLA ROSCADA M5_2.....	REF 1241
3.2.1.8. PLÀNOL SUPORT DÍODE_1.....	REF 1341
3.2.1.9. PLÀNOL SUPORT DÍODE_2.....	REF 1441
3.2.1.10. PLÀNOL RODA LECTURA VELOCITAT.....	REF 1541
3.2.2. PLÀNOL CONJUNT DE LES RODES.....	REF 1641
3.2.2.1. PLÀNOL XAPA SUBJECCIÓ RODA.....	REF 1741
3.2.2.2. PLÀNOL COIXINET RODES.....	REF 1841
3.2.2.3. PLÀNOL EIX RODES.....	REF 1941
3.2.3. PLÀNOL CONJUNT DE L'ESQUELET.....	REF 2041
3.2.3.1. PLÀNOL BASE METACRILAT.....	REF 2141
3.2.3.2. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_5.1.....	REF 2241
3.2.3.2.1. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_1.....	REF 2341
3.2.3.2.1.1. PLÀNOL PERFIL CIRCULAR 30_1.....	REF 2441
3.2.3.2.1.2. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_4.....	REF 2541
3.2.3.2.2. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_5.....	REF 2641
3.2.3.2.2.1. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_2.....	REF 2741
3.2.3.2.2.1.1. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_1.....	REF 2841
3.2.3.2.2.1.2. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_2.....	REF 2941
3.2.3.2.2.1.3. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_3.....	REF 3041
3.2.3.2.2.1.4. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_5.....	REF 3141
3.2.3.2.2.2. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_3.....	REF 3241
3.2.3.2.2.2.1. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_7.....	REF 3341
3.2.3.2.2.2.2. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_8.....	REF 3441
3.2.3.2.2.3. PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_4.....	REF 3541
3.2.3.2.2.3.1. PLÀNOL XAPA REGULACIÓ.....	REF 3641
3.2.3.2.2.3.2. PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_6.....	REF 3741
3.2.4. PLÀNOL CONJUNT MOTOR COTXE.....	REF 3841
3.2.4.1. PLÀNOL SUPORT DIODE COTXE_1.....	REF 3941
3.2.4.2. PLÀNOL SUPORT DIODE COTXE_2.....	REF 4041
3.2.4.3. PLÀNOL RODA LECTURA VELOCITAT COTXE.....	REF 4141



<b>4. PLEC DE CONDICIONS .....</b>	<b>1</b>
4.1. ÍNDEX PLEC DE CONDICIONS .....	2
4.2. INTRODUCCIÓ .....	3
4.3. FULLES D'ESPECIFICACIONS DELS COMPONENTS COMERCIALS .....	4
4.3.1. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MOTOR D'ACCIONAMENT .....	5
4.3.2. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REDUCTOR .....	6
4.3.3. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL TAMBOR .....	7
4.3.4. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA CÈL·LULA DE CÀRREGA .....	8
4.3.5. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL COIXINET .....	9
4.3.6. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LES RODES .....	10
4.3.7. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS TACS DE GOMA .....	11
4.3.8. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MÀNEC TELESCÒPIC .....	12
4.3.9. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS CONTRAPESOS .....	13
4.3.10. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA BATERIA .....	14
4.3.11. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REGULADOR PWM .....	15
4.3.12. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL CABLE DE TRACCIÓ .....	16
4.4. ACABATS SUPERFICIALS .....	17
4.5. SOLDADURES .....	19
<b>5. PRESSUPOST .....</b>	<b>1</b>
5.1. ÍNDEX DEL PRESSUPOST .....	2
5.2. INTRODUCCIÓ .....	3
5.2.1. PARTIDA 1.1 .....	4
5.2.2. PARTIDA 1.2 .....	5
5.2.3. PARTIDA 1 .....	6
5.2.4. PARTIDA 2 .....	6
5.3. PRESSUPOST TOTAL .....	6



# ÍNDEX GENERAL DE FIGURES E IMATGES

## 1. MEMÒRIA

### FIGURES

Fig 1.1. Diferents escenaris del sistema d'estudi .....	8
Fig 1.2. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació sense rotació .....	9
Fig 1.3. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de rotació sense translació .....	10
Fig 1.4. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació i rotació (escenari 1) .....	11
Fig 1.5. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació i rotació (escenari 2) .....	11
Fig 1.6. Força resultant deguda a la diferència de pressions .....	12
Fig 1.7. Diagrama de forces en l'escenari 1 .....	12
Fig 1.8. Representació de les dades que s'obtidrien fent l'estudi del sistema .....	14
Fig 1.9. Diagrama de velocitats en la roda en ambdós casos (amb i sense lliscament) .....	15
Fig 1.10. Representació de la resistència aerodinàmica en un vehicle F1 .....	16
Fig 1.11. Diagrama de forces i velocitats del vehicle en l'escenari 2 .....	18
Fig 1.12. Representació de les forces normals i el centre de masses del vehicle .....	19
Fig 1.13. Femelles hexagonals internes .....	33
Fig 1.14. Proposta inicial per la col·locació del contrapès amb línia de soldadura .....	35
Fig 1.15. Aclariment de les variables expressades en els requeriments .....	41
Fig 1.16. Esbós inicial .....	45
Fig 1.17. Esbós de la ubicació dels diferent elements de l'equip .....	46
Fig 1.18. Disposició final de l'esquelet .....	47
Fig 1.19. Disposició inicial de l'esquelet .....	47
Fig 1.20. Representació de la funcionalitat de les rodes en repòs i en moviment .....	48
Fig 1.21. Plantejament del suport del sistema de tracció .....	49
Fig 1.22. Vista posterior-lateral del conjunt de tracció .....	50
Fig 1.23. Vista frontal-lateral del conjunt de tracció .....	50
Fig 1.24. Vista en perspectiva del suport del sistema de tracció .....	50
Fig 1.25. Contrapesos situats als laterals de l'equip .....	51
Fig 1.26. Contrapesos situats a la part posterior de l'equip .....	51
Fig 1.27. Vista en perspectiva del conjunt amb l'alternativa del suport amb impressió 3D .....	52
Fig 1.28. Vista lateral del conjunt amb l'alternativa del suport amb impressió 3D .....	52
Fig 1.29. Representació del suport amb impressió 3D .....	53
Fig 1.30. Vista en perspectiva del conjunt amb l'alternativa de les xapes i l'escuma .....	53
Fig 1.31. Vista lateral del conjunt amb l'alternativa de les xapes i l'escuma .....	53
Fig 1.32. Representació en perspectiva de la solució adoptada en l'equip .....	54
Fig 1.33. Vista lateral de la ubicació dels components elèctrics en l'equip .....	55
Fig 1.34. Primer plantejament per la xapa reguladora de l'alçada .....	57
Fig 1.35. Nou plantejament de la xapa reguladora de l'alçada .....	57
Fig 1.36. Representació del perfil i la xapa soldada .....	57
Fig 1.37. Vista en perspectiva del conjunt de tracció amb la cèl·lula de càrrega .....	58
Fig 1.38. Representació de tot el conjunt i de les línies d'actuació de les forces .....	58
Fig 1.39. Vista frontal del conjunt .....	58
Fig 1.40. Roda de velocitats .....	60
Fig 1.41. Ubicació i funcionament del lector de velocitats .....	61



Fig 1.42. Vista superior dels components del vehicle .....	64
Fig 1.43. Vista inferior dels components del vehicle .....	65
Fig 1.44. Característiques i dimensions dels coixinets .....	66
Fig 1.45. Vista perspectiva de l'eix articulat .....	66
Fig 1.46. Vista en perspectiva de l'eix de les rodes i la xapa que els suporta .....	66
Fig 1.47. Base de metacrilat per components elèctrics .....	67
Fig 1.48. Vista perspectiva de l'equip amb components elèctrics .....	67
Fig 1.49. Model de la bateria .....	68
Fig 1.50. Gràfics del voltatge en funció del temps amb un regulador PWM .....	69
Fig 1.51. Regulador de velocitats PWM .....	69
Fig 1.52. Taula de relacions entre secció e intensitat .....	70
Fig 1.53. Vista alçat .....	77
Fig 1.54. Vista perfil .....	77
Fig 1.55. Vista planta .....	77
Fig 1.56. Vista en perspectiva .....	77
Fig 1.57. Disseny conceptual de l'accessori per a paviments amb pendent .....	78
Fig 1.58. Esquema del conjunt .....	78
Fig 1.59. Panels lateral esquerra i panel frontal .....	79
Fig 1.60. Panels lateral dret i panel posterior .....	79
Fig 1.61. Ubicació del perfil travesser .....	80
Fig 1.62. Opció 1, amb tots els components dins d'aquesta protecció .....	81
Fig 1.63. Opció 2, una única protecció pel regulador PWM .....	81

## IMATGES

Imatge 1.1. Estudi de la força de tracció en un paviment asfaltat .....	21
Imatge 1.2. Estudi de la força de tracció en un paviment natural .....	21
Imatge 1.3. Procés de tall dels perfils .....	32
Imatge 1.4. Procés de tall dels perfils .....	32
Imatge 1.5. Estructura i rosques reblonades .....	33
Imatge 1.6. Suport contrapesos .....	34
Imatge 1.7. Equip amb contrapesos de 5 kg .....	34
Imatge 1.8. Prototip xapa subjecció del conjunt tambor-reductor-motor .....	36
Imatge 1.9. Prototip xapa subjecció del conjunt tambor-reductor-motor .....	36
Imatge 1.10. Peça acabada de sortir de la impressió 3D .....	37
Imatge 1.11. Col·locació de les rosques reblonades .....	56
Imatge 1.12. Rosques reblonades ja col·locades en l'esquelet .....	56
Imatge 1.13. Vista del interior del vehicle .....	59
Imatge 1.14. Vista inferior dels components del vehicle (motor, transmissions,...) .....	59
Imatge 1.15. Motor del vehicle amb el suport .....	60
Imatge 1.16. Motor del vehicle amb el suport .....	60
Imatge 1.17. Meitat del suport després de mecanitzar-lo .....	60
Imatge 1.18. Transmissió 1 .....	63
Imatge 1.19. Transmissió 3 .....	63
Imatge 1.20. Motor i transmissió 4 .....	63
Imatge 1.21. Transmissió 4 .....	63
Imatge 1.22. Coixinets amb impressió 3D i roda .....	66
Imatge 1.23. Procés impressió 3D .....	74

Imatge 1.24. Procés tall dels perfils .....	74
Imatge 1.25. Procés de soldadura .....	75
Imatge 1.26. Procés de reducció dels cordons de soldadura mitjançant una mola .....	75
Imatge 1.27. Col·locació de les rosques reblonades .....	75
Imatge 1.28. Procés de perforacions .....	75

## 2. ANNEX

### FIGURES

Fig 2.1. Motor Maxon model "148867" .....	3
Fig 2.2. Reductor Harmonic drive .....	4
Fig 2.3. Dimensions tambor .....	4
Fig 2.4. Esquema de les velocitats en el conjunt tambor-reductor-motor .....	5
Fig 2.5. Esquema de les forces i parells en el conjunt tambor-reductor-motor .....	6
Fig 2.6. Àrea frontal del vehicle .....	7
Fig 2.7. Buló subjecció sistema de tracció .....	8
Fig 2.8. Buló subjecció cèl·lula de càrrega .....	8
Fig 2.9. Buló eix de les rodes .....	9
Fig 2.10. Diagrama de forces quan es transporta l'equip .....	9
Fig 2.11. Forces que actuen en el sistema d'estudi .....	11
Fig 2.12. Seccions a esforç tallant en el buló .....	12
Fig 2.13. Seccions a esforç normal en el buló .....	13
Fig 2.14. Seccions a esforç normal en l'orella .....	14

## 4. PLEC DE CONDICINS

### FIGURES


Fig 4.1. Taula dels mètodes d'aplicació de la pintura i les capes necessàries .....	18
Fig 4.2. Simbologia soldadures .....	20
Fig 4.3. Simbologia soldadures .....	20
Fig 4.4. Simbologia soldadures .....	20
Fig 4.5 Símbols elementals de la soldadura .....	20

### IMATGES

Imatge 4.1 Neteja per raspall de disc .....	17
---	----



# 1. MEMÒRIA

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 2 de 83

## 0. FULL IDENTIFICATIU

### 0.1. TÍTOL DEL PROJECTE

Disseny i construcció d'un equip per a mesurar les forces tangencials entre les rodes d'un vehicle i diferents paviments

### 0.2. DADES DE L'AUTOR

- NOM: Sergi
- COGNOMS: Subias Escartin
- DNI: 48053753Z
- ADREÇA: Mossèn Reig, N°1 4-C, Lleida
- TELÈFON: 973233997 // 665250676
- AREÇA CORREU ELECTRÒNIC: sse4@alumnes.udl.cat

### 0.3. DADES DEL DIRECTOR DEL PROJECTE

- NOM: Joan
- COGNOMS: Roca i Enrich
- DEPARTAMENT: Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial
- ADREÇA CORREU ELECTRÒNIC: joan.rocaenrich@udl.cat




## ÍNDEX

0. FULL IDENTIFICATIU .....	3
0.1. TÍTOL DEL PROJECTE .....	3
0.2. DADES DE L'AUTOR .....	3
0.3 DADES DEL DIRECTOR DEL PROJECTE .....	3
1.1. OBJECTIU .....	5
1.2. ABAST.....	6
1.3. ANTECEDENTS .....	8
1.3.1. MARC TEÒRIC .....	9
1.3.1.1. TIPUS DE MOVIMENTS .....	9
1.3.1.2. FORÇA DE FRICCIÓ AMB EL TERRA I EL COEFICIENT DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT .....	12
1.3.1.2.1. ESTUDI DEL COEFICIENT DE RODAMENT .....	13
1.3.1.3. LLISCAMENT O PATINATGE .....	15
1.3.1.4. FORÇA DE FRICCIÓ AMB L'AIRE .....	16
1.3.1.5. ALTRES FORCES QUE AFECTEN EN LA RODADURA .....	17
1.3.1.6. PLANTEJAMENT FINAL .....	18
1.3.1.6.1. FORCES NORMALS I FORCES DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT .....	19
1.3.2. ESTUDIS PREVIS .....	21
1.4. NORMES I REFERÈNCIES .....	22
1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES .....	22
1.4.2. BIBLIOGRAFIA .....	24
1.4.3. PROGRAMES DE CàLCUL .....	30
1.4.4. PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT DURANT LA REDACCIÓ DEL PROJECTE .....	31
1.5. DEFINICIONS I ABREVIATURES .....	38
1.5.1. DEFINICIONS .....	38
1.5.2. ABREVIATURES .....	39
1.6. REQUERIMENTS DE DISSENY .....	41
1.6.1. FUNCIONALS .....	41
1.6.2. DE MERCAT .....	42
1.6.3. DE FABRICACIÓ .....	42
1.6.4. DE TRANSPORT .....	43
1.6.5. DE SEGURETAT .....	43
1.6.6. DE MANTENIMENT .....	43
1.6.7. MEDIAMBIENTALS .....	43
1.6.8. DE FI DE VIDA .....	44
1.7. ANÀLISIS DE SOLUCIONS .....	45
1.7.1. DISSENY CONCEPTUAL .....	45
1.7.2. ESTRUCTURA EXTERNA O ESQUELET .....	47
1.7.3. UBACIÓ DE LES RODES I DEL MÀNEC TELESCÒPIC .....	48
1.7.4. SUPORT SISTEMA DE TRACCIÓ .....	49
1.7.5. UBACIÓ DEL CONTRAPÈS .....	51
1.7.6. UBACIÓ DELS EQUIPS ELÈCTRICS .....	55
1.7.7. ROSQUES REBLONADES I FEMELLES SOLDADES .....	56
1.7.8. XAPA DE REGULACIÓ .....	57
1.7.9. CÈL·LULA DE CÀRREGA .....	58
1.7.10. MESURA DE LA VELOCITAT .....	59





1.7.10.1. RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ .....	62
1.7.11. ARTICULACIONS I UNIONS MÒBILS .....	66
1.7.12. SUPORTE EQUIPS ELÈCTRICS .....	67
1.7.13. COMPONENTS EQUIPS ELÈCTRICS .....	68
1.7.13.1. BATERIA .....	68
1.7.13.2. REGULADOR PWM .....	69
1.7.13.3. SELECCIÓ DEL CABLEJAT .....	70
1.8. LLISTAT DE MATERIALS .....	71
1.9. PROCÉS DE FABRICACIÓ .....	73
1.10. RESULTAT FINAL .....	76
1.10.1. DISSENY FINAL .....	76
1.10.2. MILLORES .....	78
1.10.2.1. PLA INCLINAT .....	78
1.10.2.2. PROTECCIÓ EXTERNA .....	79
1.10.2.3. TRAVESSER BASE EQUIPS ELÈCTRICS .....	80
1.10.2.4. PROTECCIÓ EQUIPS ELÈCTRICS .....	81
1.11. CONCLUSIONS .....	82

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 5 de 83

## 1.1. OBJECTIU

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar, fabricar i muntar un equip que permeti mesurar les forces tangencials que actuen en les rodes d'un vehicle, a petita escala, quan aquest es desplaça per diferents paviments.

L'equip ha de permetre al seu usuari obtenir unes dades prou significatives com per a que aquest, per si sol, pugui estudiar les forces que actuen en les rodes quan es desplaça.

La facilitat en el transport de l'equip, possibilitarà l'anàlisi sobre diferents terrenys que no estiguin pròxims a la seva zona d'emmagatzematge i, per conseqüència, l'abast de recerca que tindrà serà bastant ampli. Cal destacar també la seva facilitat d'ús, que permetrà a qualsevol persona no coneixedora d'aquest àmbit, realitzar un registre de les dades obtingudes per l'equip.

Degut a que no es tenen referències d'un equip comercial existent en el mercat actual, ha estat necessari fer un anàlisi de tot el sistema i definir quines són les dades experimentals que representin millor el comportament de les rodes en diferents paviments. Cal destacar doncs, que darrere de tot el disseny també hi ha hagut un estudi teòric per tal d'arribar a aquest objectiu final.

Aquest projecte ve motivat per la idea de construir un vehicle amb les capacitat de desplaçar-se per terrenys escarpats i de difícil accés per a les persones. Treballs de final de carrera previs i futurs, han tingut o tindran com a objectiu l'estudi d'altres components del vehicle per assolir la seva construcció. Així doncs, aquest equip permetrà fer uns estudis que afectaran en els plantejaments i dissenys futurs del mateix.

L'àmbit d'aplicació d'aquest projecte no estarà limitat únicament a l'estudi de les forces que intervenen en la interacció de les rodes sobre diferents paviment, sinó que també podrà aplicar-se a qualsevol investigació que tingui com a objectiu la tracció d'algun cos. L'anàlisi dels coeficients de fricció que presenten diverses superfícies o la diferencia entre els coeficients de fricció dinàmic i estàtic, en són alguns exemples.

L'equip doncs, serà una eina per als pròxims usuaris que tinguin la necessitat de quantificar les dades experimentals que sorgeixen en el desplaçament d'un cos. Aquest es dissenyarà amb totes les facilitats possibles, oferint una solució en els futurs plantejaments que es presentin.

## 1.2. ABAST

Un cop exposats quins són els objectius principals del projecte, és necessari definir l'abast i les limitacions d'aquest per poder tenir clar que estarà inclòs en aquest document i el que no. La importància de definir amb exactitud aquest abast, permetrà tenir una planificació temporal molt més concreta i conèixer, per part del projectista, quins són els requeriments per assolir aquest objectiu final.

En el següent llistat es mostren totes les necessitats, per assolir el disseny final, que s'han plantejat i resolt en el present document:

- **ANÀLISI DELS REQUERIMENTS I LES ESPECIFICACIONS DE L'EQUIP:** Un petit anàlisi inicial de tots aquells requeriments i especificacions que haurà de complir l'equip. Aquest anàlisi permetrà al projectista tenir algunes indicacions abans de començar el seu disseny.
  - **ESTUDI DEL SISTEMA:** Plantejament i aplicació de fonaments teòrics sobre el sistema d'estudi, per tal de conèixer quines dades experimentals s'han d'obtenir amb l'equip. Cal recordar que aquestes dades obtingudes, són les que hauran de permetre l'usuari quantificar les forces tangencials que actuen sobre les rodes en el seu desplaçament.
- És important apuntar que les dades que haurà de mesurar l'equip ja han vingut definides en els requeriments. Per tant, l'estudi del sistema ens permetrà valorar si les dades obtingudes amb l'equip, són suficientment representatives per garantir uns resultats òptims en els càlculs que vindran a posterior.
- **CÀLCULS PREVIS I POSTERIORIS AL DISSENY:** Tots aquells càlculs necessaris per incloure o adaptar al disseny els elements comercials i/o aquells adquirits del laboratori. També es realitzaran per comprovar que les peces dissenyades suporten els esforços que puguin originar-se durant el seu funcionament.
  - **DISSENY DE L'EQUIP:** Des dels esbossos inicials fins arribar al disseny final, s'exposaran totes aquelles decisions tècniques i modificacions en el disseny que s'han anat prenent.
  - **DISSENY DE DETALL DE LES PECES:** Plànols, fulls d'especificacions i tots aquells documents necessaris per fabricar i/o comprar totes les peces que formen l'equip. És a dir, tot allò necessari per fabricar-ne una còpia exacta.
  - **DISSENY I FABRICACIÓ DE PECES AMB IMPRESSIÓ 3D:** Es tindrà en consideració en el procés de disseny i fabricació, un sistema relativament nou de producció de peces, que presentarà infinitat de noves solucions als problemes que puguin sorgir al llarg del projecte.
  - **FABRICACIÓ I MUNTATGE DE L'EQUIP:** Ús de les diferents eines del laboratori per fabricar, mecanitzar i muntar totes les peces de l'equip (fresadora, torn, soldadora...).
  - **ANÀLISIS D'ELEMENTS COMERCIALS:** Recerca i compra d'aquells elements comercials, que no es puguin fabricar al taller, ja sigui per falta d'equips o per la necessitat d'altres prestacions en aquests.
  - **PRESSUPOST:** Document que recollirà els costos en el disseny i la fabricació del equip.



- **CONTROL DEL MOTOR:** Estudi dels components elèctrics que permetran la regulació de la velocitat i el funcionament òptim del motor.

Com ja s'ha mencionat anteriorment, també és necessari conèixer les limitacions d'aquest projecte. A continuació es mostren aquells punts que s'han exclòs de l'abast tot i representar aspectes importants a resoldre per poder arribar al objectiu final. Cal apuntar que alguns d'ells, estaven inicialment plantejats com a punts a resoldre i estaven inclosos en l'abast però, degut a la pandèmia viscuda pel *COVID-19*, ha resultat impossible dur-los a terme.

- **PROVES EN DIFERENTS PAVIMENTS I MILLORES DE L'EQUIP:** Un cop finalitzat el muntatge, es pretenia provar l'equip i valorar si complia amb els requeriments sol·licitats. Es pretenia acompanyar aquest punt d'un anàlisi de possibles millores en el disseny, si es donava el cas d'un mal funcionament.

Aquest és un dels punts que s'ha vist afectat per la nova planificació, conseqüència de la pandèmia.

- **SISTEMA D'ADQUISICIÓ DE DADES DELS SENSORS:** Es plantejaran quins són els sensors que s'utilitzaran en l'equip, però no s'aprofundirà en la seva adquisició de dades. És a dir, el disseny tindrà en compte les posicions on aniran situats, però no s'estudiaran les seves connexions ni com mostrar els resultats obtinguts (cablejats, pantalles,...).
- **CABLEJAT I CIRCUITS DELS EQUIPS ELÈCTRICS:** Com ja s'ha mencionat en l'adquisició de dades, en aquest projecte no es trobarà inclosa la part de les connexions elèctriques. Es farà una recerca d'informació dels equips elèctrics sense concretar quins seran els cablejats ni els circuits per a fer funcionar l'equip. Únicament, com ja s'ha definit en el control del equip, es farà una recerca dels equips necessaris per la regulació de les velocitats i la transmissió de l'energia elèctrica al motor.
- **MILLORES PER EVITAR EL PATINATGE DE LES RODES:** No es plantejaran possibles millores de les prestacions del vehicle en els diferents terrenys. Tot i tenir a l'abast els resultats obtinguts, no es solucionaran en aquest treball les millores que no siguin referents al propi equip dissenyat. Es a dir, no es plantejarà cap millora que pugui incloure's en un vehicle que pateixi lliscament en un paviment en concret.
- **ESTUDI EN PROFUNDITAT DELS PAVIMENTS I LES RODES:** El disseny de l'equip no tindrà en compte un estudi en profunditat dels paviments i les rodes. Com ja s'ha mencionat, s'estudiaran i s'aplicaran fonaments teòrics per comprendre tot el sistema, però les dades que s'han d'obtenir amb l'equip ja han vingut definides en els requeriments.

Alguns d'aquests aspectes teòrics no es tindran en compte o es suposaran ideals per tal de reduir la dificultat que implica un estudi d'aquestes característiques. Això no vol dir, que aquests fenòmens que afectaran al nostre sistema, no es trobin mencionats dins de l'apartat del marc teòric.

### 1.3. ANTECEDENTS

Anteriorment ja s'ha comentat que no es té cap referència d'un equip comercial que estigui destinat a l'obtenció d'aquestes mesures. És per aquest motiu, que inicialment es planteja un estudi teòric de tot el sistema, per tenir clares quines són les variables que definiran amb més exactitud les forces tangencials que s'originen en les rodes quan el vehicle es desplaça. Un cop conegudes, es podrà dissenyar un equip totalment orientat a l'obtenció d'aquestes.

S'han plantejat dos escenaris diferents per a l'estudi d'aquestes forces que afectaran a les rodes. Aquests dos casos són els següents:

- El vehicle serà traccionat frontalment per l'equip. El motor del vehicle, no exercirà cap parell favorable ni d'oposició, al moviment que es produeixi degut a aquesta tracció.
- El vehicle, mitjançant el parell que produirà el seu motor, haurà de vèncer la força de tracció que exercirà l'equip per a poder-se desplaçar.

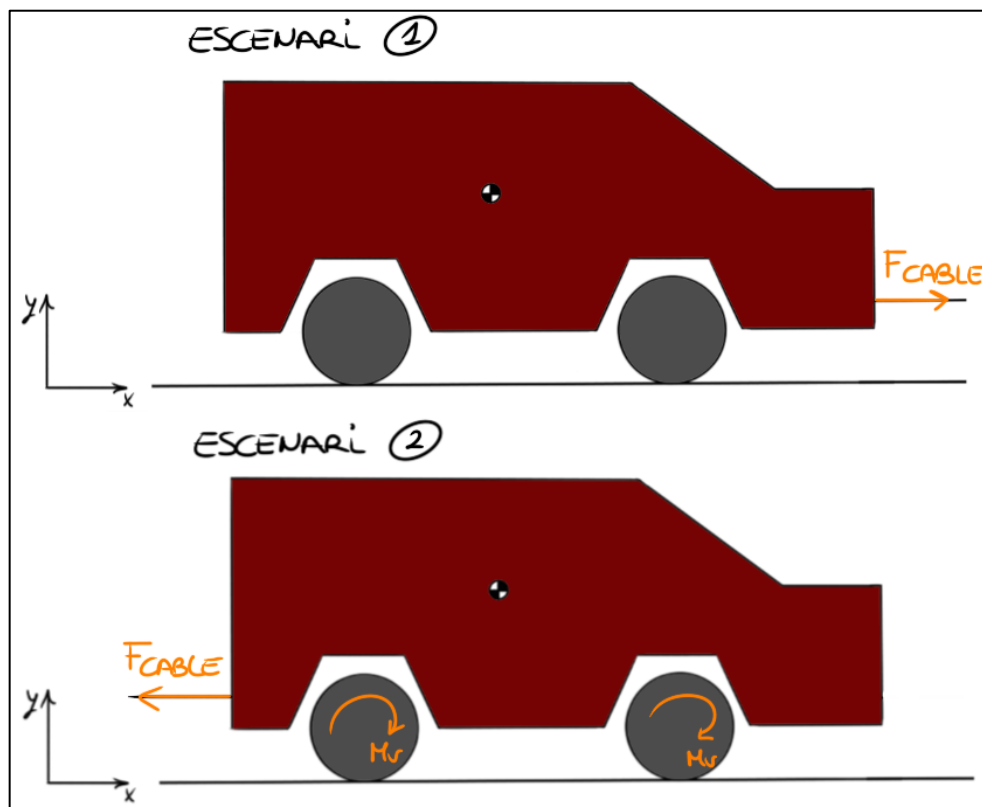


Figura 1.1. Diferents escenaris del sistema d'estudi

Així doncs, un cop coneguts els dos escenaris es procedirà a definir el marc teòric que afecta al sistema d'estudi.



### 1.3.1. MARC TEÒRIC

Dins del marc teòric, es trobaran exposats aquells fenòmens físics que s'han tingut en consideració, per definir les forces tangencials que actuaran sobre les rodes. És important aclarir que no serà un estudi en profunditat, en els requeriments de disseny ja s'han definit quins paràmetres haurà de mesurar l'equip. Així doncs aquest apartat, ajudarà a comprendre el que succeeix en el sistema i comprovar si amb aquestes dades experimentals que obtindrem amb l'equip seran suficient per definir les forces tangencials.

#### 1.3.1.1. TIPUS DE MOVIMENTS

Quan un vehicle es desplaça sobre una superfície, i aquest descriu un MRU o un MRUA, les rodes d'aquest poden descriure diferents moviments. És important doncs, poder-los diferenciar per tal de plantejar el que succeeix a nivell de velocitats i forces en cada cas.

En els dos escenaris plantejats, el vehicle i les rodes podran trobar-se en fins a 4 situacions ben diferenciades:

- Translació sense rotació → Aquest moviment es pot produir en dos casos. Quan les rodes del vehicle estan bloquejades i per tant, s'impossibilita la rotació d'aquestes. O quan ens trobem en un paviment, que presenta una  $\mu$  de fricció insuficient com per a produir una força de fricció/tracció que venci el parell produït per la resistència al rodament. En l'apartat "1.3.1.2 Força de fricció amb el terra i coeficient de resistència al rodament" es trobarà definit aquest paràmetre i com es calcula. En la següent figura, es mostren els diagrames de forces i velocitats que afecten al sistema quan es produeix aquest tipus de moviment.

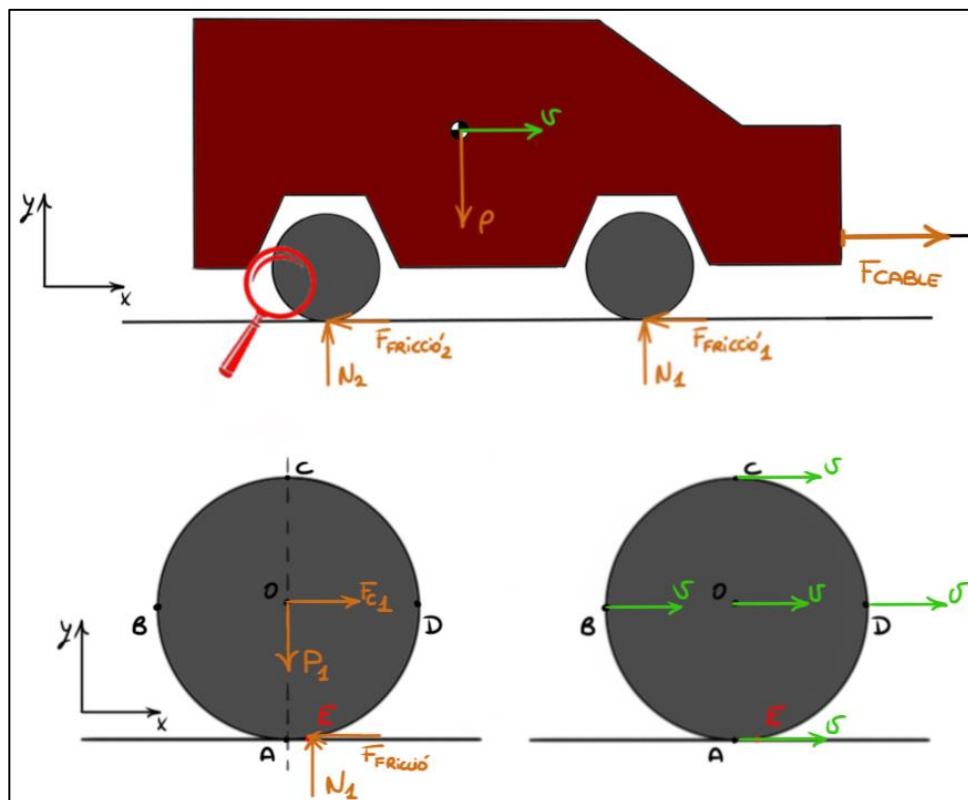


Figura 1.2. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació sense rotació

- Rotació sense translació → En aquest cas les rodes giren sobre el seu eix però el vehicle no es desplaça. Aquest moviment es produirà quan s'apliqui un parell prou gran a les rodes com per a superar la resistència al rodament però, les forces tangencials de tracció que dependran de cada paviment, no seran prou grans com per a vèncer la força del cable. Es a dir, s'està produint una situació en la que el percentatge de patinatge es del 100%. En l'apartat "1.3.1.3 Lliscament o patinatge" es trobarà definit aquest paràmetre i com es calcula.

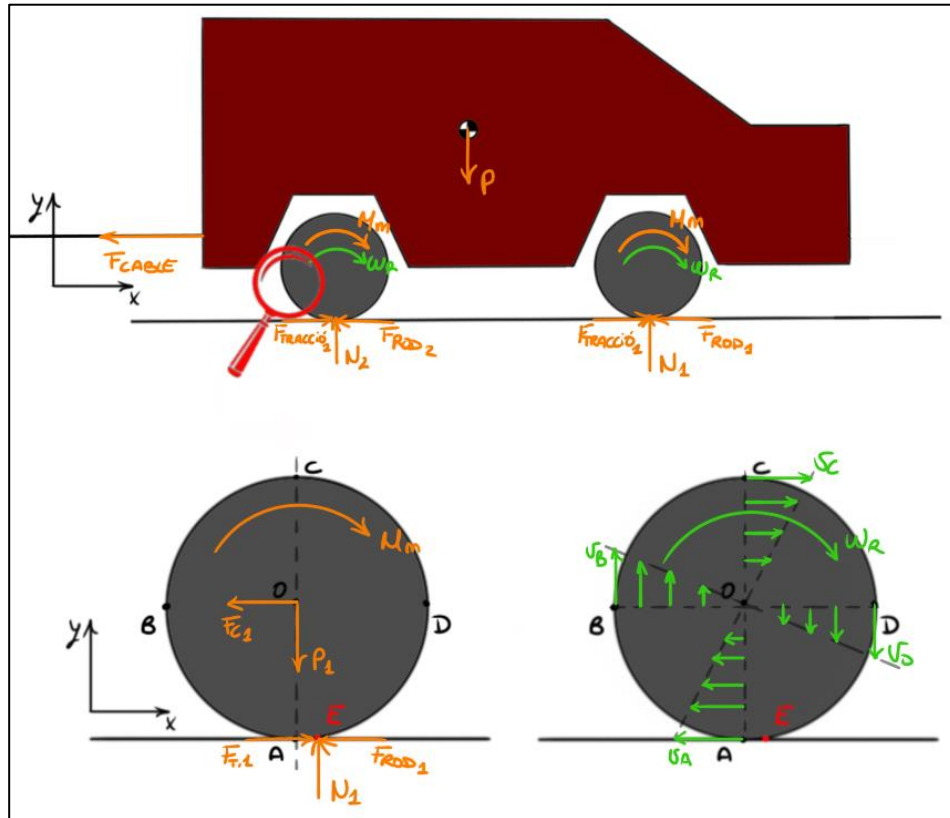


Figura 1.3. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de rotació sense translació

- Translació i rotació sense lliscament (rodament pur) i amb lliscament → Per últim tenim la combinació d'ambdós moviments, és a dir, es tindrà una translació de tot el conjunt i una rotació de les rodes. Aquest moviment pot produir-se amb o sense lliscament, això vol dir, que depenent de les condicions del paviments les rodes podrien patinar sobre aquest o no. Igual que en el cas anterior, és recomanable veure l'apartat "1.3.1.3 Lliscament o patinatge" per entendre el que succeeix a les rodes quan es produeix aquest fenomen.

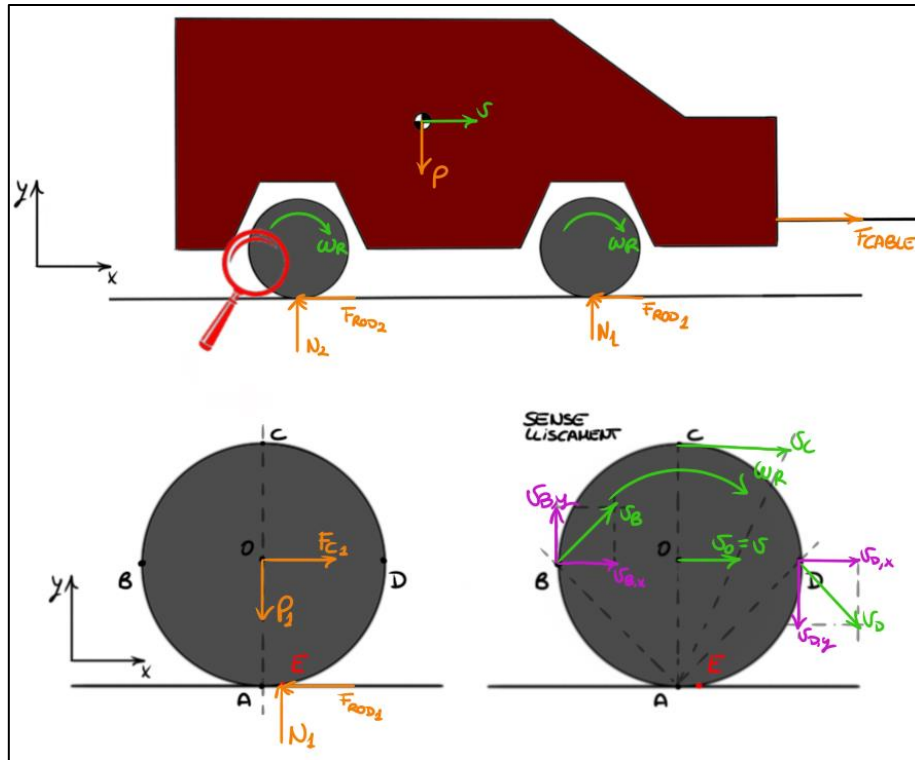


Figura 1.4. Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació i rotació (escenari 1)

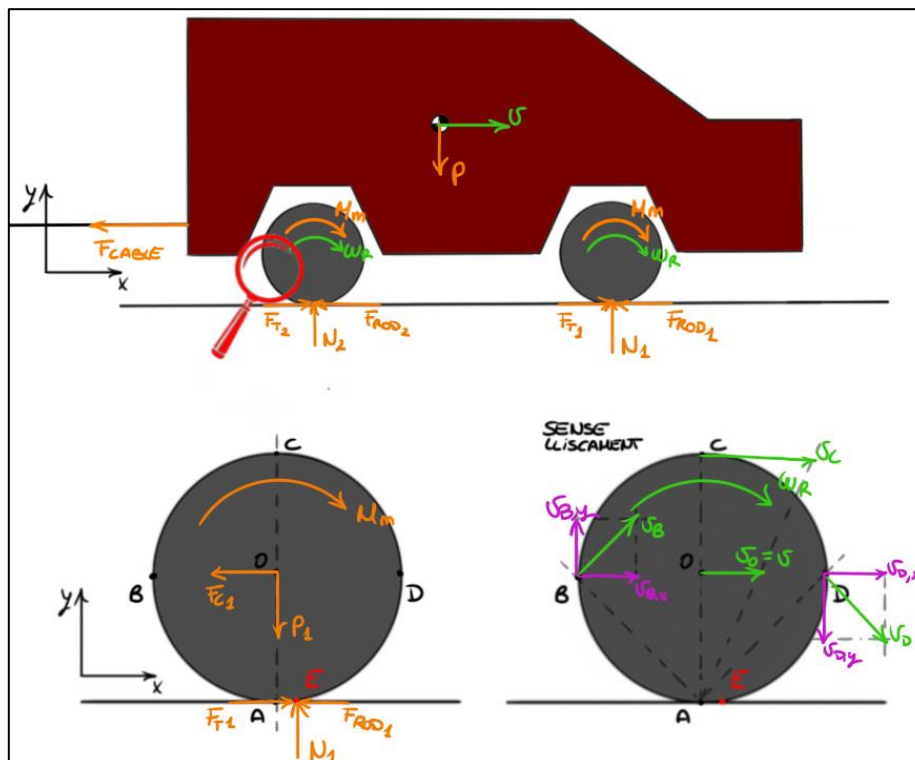


Figura 1.5 Diagrama de forces i velocitats en el moviment de translació i rotació (escenari 2)



### 1.3.1.2. FORÇA DE FRICCIÓ AMB EL TERRA I COEFICIENT DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT

Quan s'han definit els tipus de moviments que el vehicle i les rodes podien experimentar, ja s'ha començat a introduir el concepte de les forces de fricció. Aquestes forces, que són tan senzilles de quantificar mitjançant la fórmula  $F_{fricció} = \mu \cdot N$  quan el vehicle llisca amb les rodes bloquejades, en una situació de rodament no són tan simples de calcular.

En una situació real el primer que es pot observar és que la roda no té en un únic punt de contacte, sinó que pel fet de no tractar-se d'un sòlid rígida, aquesta es deforma i es passa d'aquest únic punt de contacte a una superfície. Aquest fenomen juntament amb la adherència, la histèresis i la diferència de pressions, provoca que la reacció del terra no es trobi sobre la vertical del pes, i per tant, es genera un parell d'oposició al rodament. Aquesta oposició és la que es coneix com **resistència al rodament**.

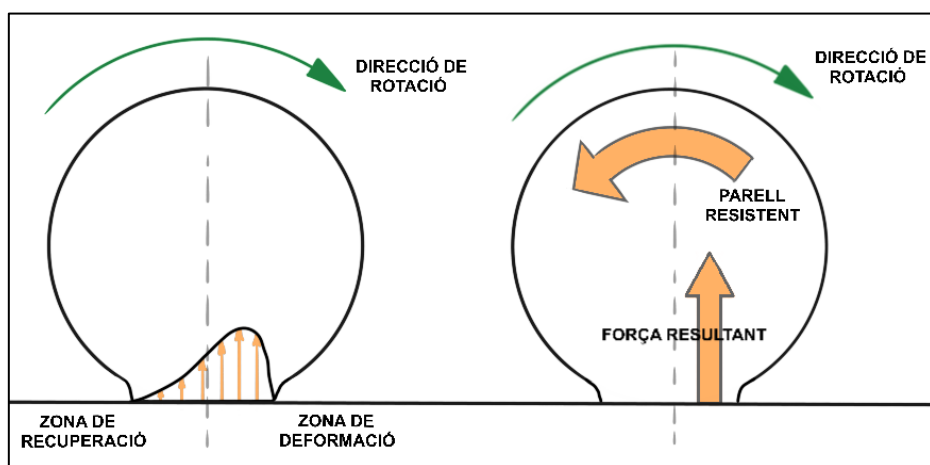


Figura 1.6. Força resultant deguda a la diferència de pressions

Aquest fenomen provoca una variació en el plantejament de les forces que actuen en la roda quan es troba en una condició de rodament. És a dir, que la força de fricció entre el terra i les rodes ja no es podrà calcular mitjançant la fórmula mencionada anteriorment.

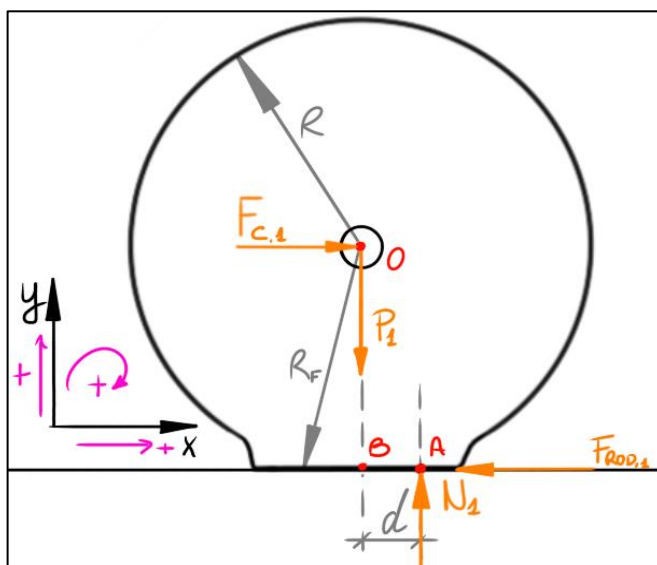


Figura 1.7. Diagrama de forces en l'escenari 1

Tenint el següent sistema d'estudi, aplicarem les equacions de moviment en el punt O tenint en compte que  $v_c = \text{cnt}$  i  $\alpha_r = 0$ :

- (1)  $\sum F_y = 0 \rightarrow N_1 - P_1 = 0$
- (2)  $\sum F_x = 0 \rightarrow F_{C,1} - F_{ROD,1} = 0$
- (3)  $\sum \Gamma_O = 0 \rightarrow F_{ROD,1} \cdot R_F - N_1 \cdot d = 0$

Si es resol el sistema d'equacions es pot observar que:

$$(4) F_{C,1} = \frac{d}{R_F} \cdot P_1 \text{ ò } F_{ROD,1} = \frac{d}{R_F} \cdot N_1$$

Aquesta distància  $d$  rep el nom de **coeficient de resistència al rodament** i depèn de varis paràmetres que encara no s'han establert de forma clara. Com es pot veure no és un coeficient adimensional ja que representa una longitud, i generalment, s'expressa amb mil·límetres o polsades.

Es pot deduir doncs, que la força necessària per fer girar una roda es inversament proporcional al radi de la roda. Per aquest motiu una roda gran té més avantatges sobre una petita. El valor del coeficient de resistència al rodament depèn de la naturalesa dels cossos en contacte, principalment la seva rigidesa.

Del quocient entre la distància i el radi funcional, se n'extreu una magnitud adimensional anomenada **coeficient de rodament** ( $C_r$ ), que generalment té un valor molt inferior als coeficient de fricció per lliscament (estàtic o dinàmic).

$$C_r = \frac{d}{R_F}$$

El valor d'aquest coeficient de rodament es característic de cada sistema i depèn de les següents variables:

- La rigidesa o duresa de la roda i el paviment
- El radi de la roda (major radi, menor resistència)
- Pes o la càrrega a la que es sotmet cada roda
- El acabat de les superfícies de contacte, forma relativa, etc.
- Viscositat entre les superfícies de contacte
- Temperatura dels cossos
- En el cas de rodes pneumàtiques, la seva pressió (major pressió, menor resistència)

Així doncs, aquest paràmetre haurà de ser purament experimental o en el seu defecte, s'hauran d'aproximar les dades d'alguna taula ja existent per a aquest cas d'estudi.

#### 1.3.1.2.1. ESTUDI DEL COEFICIENT DE RODAMENT

El coeficient de rodament, com ja s'ha definit anteriorment, és una magnitud adimensional que descriu la facilitat o dificultat que tindrà un cos de rotar sobre un altre. No hi ha una equació que defineixi amb exactitud el valor d'aquesta magnitud i és per això, que serà necessari un procés experimental per tal d'obtenir-lo. Fent ús de l'equip que es dissenyarà, es podrà realitzar aquesta part experimental per tal d'obtenir amb més exactitud aquestes forces tangencials que actuen en la roda.

L'estudi consistirà en traccionar l'equip tal com s'ha mostrat en l'escenari 1 i mesurar la  $F_C$  per diferents pesos en el vehicle. És molt important que aquesta força del cable provoqui un moviment de rodament. Si no es donés el cas de rotació, ens trobaríem en un moviment amb lliscament amb bloqueig de les rodes, i per tant els resultats obtinguts representarien la  $\mu_e$  o  $\mu_d$ , en comptes de  $C_r$ . Serà fàcil saber quan ens trobem en cada cas mitjançant els sensors de velocitat angular de dins del vehicle. Si el vehicle es desplaça lliscant per sobre del paviment la mesura d'aquest sensor serà de 0 i en qualsevol altre cas ens donarà un valor superior a aquest.

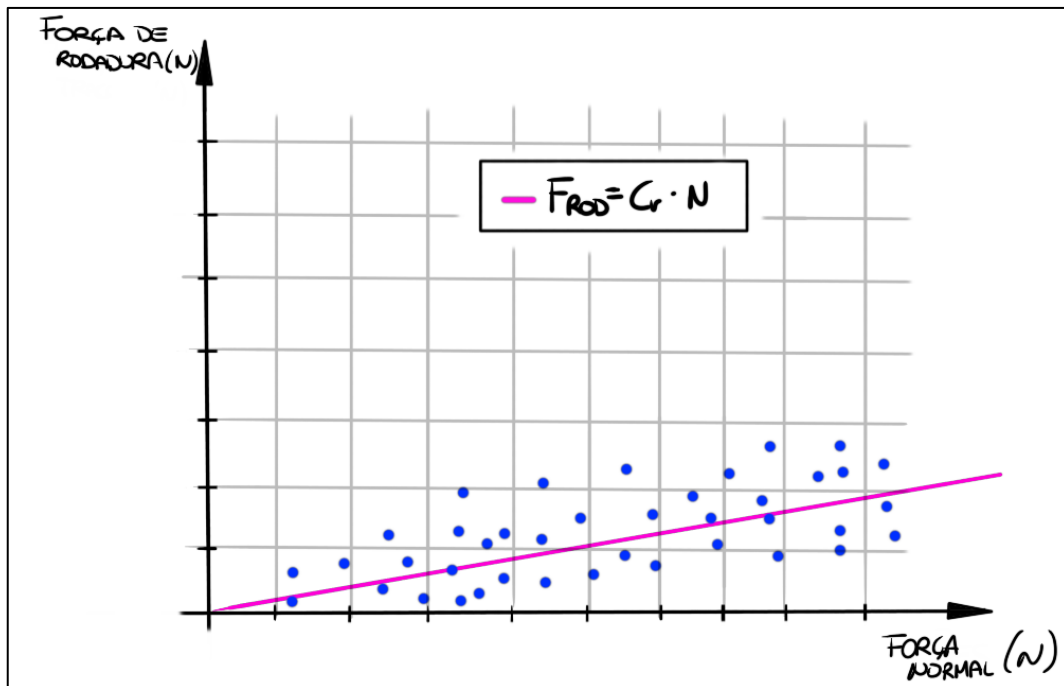


Figura 1.8. Representació de les dades que s'obtingrien fent l'estudi del sistema

Les dades obtingudes es representaran en una taula, i mitjançant el model de regressió lineal, es podrà obtenir una recta representativa de la equació (4). La pendent d'aquesta representarà el valor de  $C_r$  per a aquelles condicions. Cal recordar que qualsevol variació de les variables ja mencionades, suposaria un sistema d'estudi totalment diferent i per tant, un valor de  $C_r$  diferent.

Si s'analitza l'equació (4), aquesta defineix la força mínima necessària per a que un objecte comenci a traslladar-se per rodament sobre una superfície horitzontal. Per a valors inferiors, aquest es mantindrà en repòs o en un moviment de translació sense rotació, depenent de les condicions del paviment en el que es trobi.

$$F_C \geq \frac{d}{R_F} \cdot P_1 \rightarrow \text{Condició de rodadura o translació sense rotació}$$

Quan la força de tracció necessària per produir el rodament, és superior a la que hauríem de fer per superar la força de fricció dinàmica, es pot afirmar que es produirà abans el lliscament del objecte que no pas la rotació. Per tant, per a que es produeixi el rodament sense lliscament s'ha de complir:

$$C_r \leq \mu_d \quad ; \quad \frac{d}{R_F} \leq \mu_d$$



### 1.3.1.3. LLISCAMENT O PATINATGE

Quan el vehicle es desplaça per diferents paviments es pot experimentar l'aparició del fenomen del lliscament o patinatge de les rodes. Aquest fenomen, que apareixerà en aquells paviments que no puguin oferir unes forces de tracció prou grans en relació a les forces de resistència al rodament, podrà quantificar-se mitjançant la següent equació:

$$\%patinatge = \frac{w_r \cdot R_F - v}{v} \cdot 100$$

On:

$w_r \rightarrow$  Velocitat angular de la roda

$R_F \rightarrow$  Radi funcional de la roda

$v \rightarrow$  Velocitat lineal del cotxe

Aquest lliscament, que dependrà de les característiques que presenti el paviment, estarà indirectament relacionat amb les forces de tracció ja representades en la *Figura 5*. Així doncs, fins que no es realitzin les proves i els estudis, no es podrà definir una relació entre la força de tracció que ofereix el terreny i el grau de patinatge.

El que si que es pot assegurar conceptualment, és el que es produeix a nivell de velocitats en les rodes. En la següent figura es mostra, a nivell de velocitats, el que succeeix en les rodes quan aquestes pateixen un cert % de patinatge.

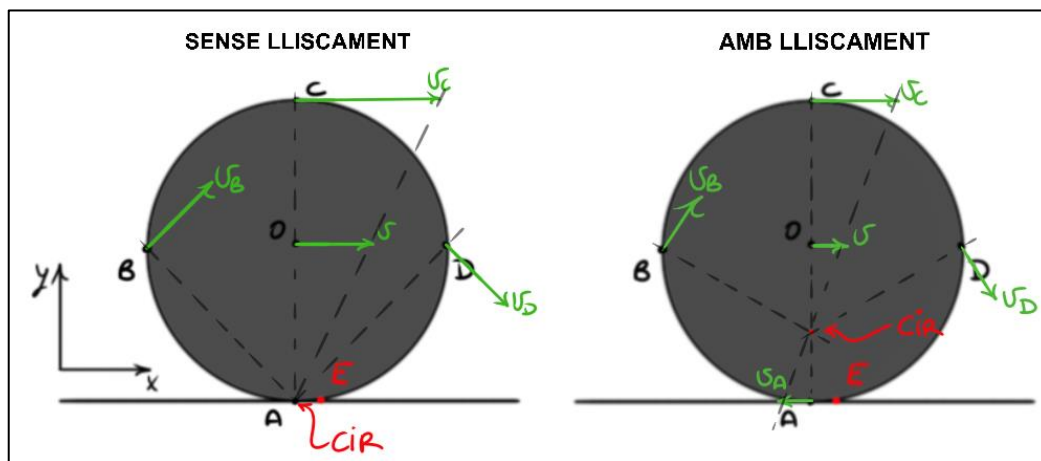


Figura 1.9. Diagrama de velocitats en la roda en ambdós casos (amb i sense lliscament)

Per tant, es situaran dos sensors, un en el motor del vehicle i l'altre en el motor del equip. D'aquesta manera es podran conèixer els valors de  $w_r$  i de  $v$  per a cada instant de temps i per conseqüència, el del patinatge o lliscament que es produeixi en les rodes.



#### 1.3.1.4. FORÇA DE FRICCIÓ AMB L'AIRE

Quan un cos es desplaça a través d'un fluid, es veu afectat per una força de resistència que depèn tant de les característiques del medi com les del propi objecte. Aquesta resistència, que sempre s'oposa a l'avanç del cos a través del fluid i per tant, sempre es contraria al vector de velocitat, es coneix com la força aerodinàmica.

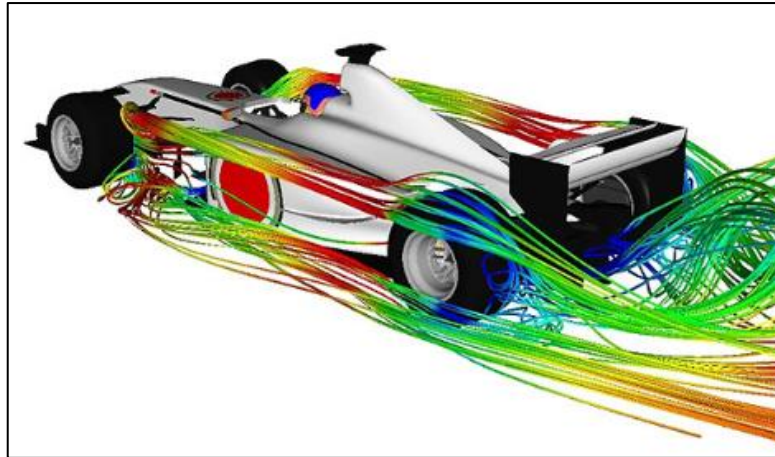


Figura 1.10. Representació de la resistència aerodinàmica en un vehicle F1

Aquesta força es pot quantificar amb la següent equació:

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_d \cdot A$$

On:

- $\rho \rightarrow$  és la densitat del fluid
- $v \rightarrow$  és la velocitat del objecte relativa al fluid
- $c_d \rightarrow$  és el coeficient de resistència i depèn del fluid i del objecte
- $A \rightarrow$  és l'àrea de referència

Més endavant, en l'apartat de càlculs dins de l'annex, es mesurarà aquesta força de resistència i s'observarà que es tant petita que s'ha optat per negligir-la. És comprensible que aquesta força d'oposició no tingui uns valors molt grans en aquest estudi. Si s'observa l'equació que la defineix, es pot apreciar que la velocitat està elevada al cub. Això implica que quan la velocitat és elevada és una força a tenir en compte però, en aquest cas que estem parlant de velocitats molt petites, és comprensible ignorar-la.

#### 1.3.1.5. ALTRES FORCES QUE AFECTEN EN LA RODADURA

La resistència al rodament suposa entre un 20% i un 30% de l'energia produïda pel motor d'un vehicle, mentre que un 70-80% es destina a vèncer les forces aerodinàmiques.

Com ja s'ha mencionat, en situacions en les que la velocitat d'avanç és molt petita, podem negligir aquestes forces de fricció amb el fluid. És per aquest motiu, que la resistència al rodament passa a ser la força més important a superar per un vehicle. Aquesta força, que ja se n'ha explicat la seva procedència anteriorment, no és produeix únicament pel contacte entre els pneumàtics de les rodes i l'asfalt.

Hi ha dos orígens que produeixen aquesta resistència de rodament:

- L'originada pels fregaments interns dels rodaments de les rodes i/o altres elements de transmissió del vehicle
- L'originada pel contacte entre roda i asfalt

Ambdós fenòmens es sumen per formar una única resistència de rodament en cada una de les rodes. Però, les resistències derivades entre el contacte de roda i asfalt suposen gairebé el 100% comparat amb la resistència produïda per aquests fregaments interns. Si fem una comparativa entre els dos orígens, la resistència produïda entre pneumàtic i asfalt suposa un 97-98% d'aquesta resistència total al rodament, mentre que la resistència derivada dels fregaments interns en la roda sol suposarien un 2-3%.

És per aquest motiu, que s'opta per negligir aquestes friccions que es produeixen entre els elements interns del vehicle. Es decideix atribuir el 100% d'aquesta resistència al rodament al la força que es produirà amb el contacte entre roda i asfalt, ja representada en figures anteriors.



### 1.3.1.6. PLANTEJAMENT FINAL

Un cop coneguts aquells fenòmens que afectaran al sistema i aquells que s'ha optat per negligir, es farà un resum i s'establirà una metodologia d'ús. És a dir, en aquest apartat es plantejarà com definir les forces tangencials, que es produeixen a les rodes, a partir de les mesures obtingudes per l'equip. D'aquest apartat també se n'extrauran algunes característiques que haurà de complir l'equip per tal d'obtenir unes lectures correctes i, que per conseqüència, afectaran al seu disseny final.

Com ja s'ha esmentat, no hi ha cap equació que defineixi amb exactitud el coeficient de resistència al rodament d'un paviment. És per això que el primer pas a seguir serà el de mesurar experimentalment aquesta magnitud. En l'apartat "1.3.1.2.1 Estudi del coeficient de rodament" ja s'explica la metodologia a seguir per l'obtenció d'aquest paràmetre. Així doncs, un cop obtingut el valor de  $C_r$ , es podrà conèixer qualsevol força de resistència al rodament del paviment per aquell tipus de pneumàtics en concret. Com ja s'ha mencionat en nombroses ocasions, si el paviment o les rodes canvien aquest paràmetre s'haurà de calcular de nou.

Un cop conegudes les forces de resistència al rodament que es produeixen quan ens trobem en l'escenari 1, es plantejarà l'escenari 2. És important mencionar que la força de rodament no variarà, i per tant, ja es coneix una de les incògnites en el diagrama de forces que es mostra en la *Figura 1.11*. Recordar que ambdós escenaris es reproduiran a velocitat constant, i en conseqüència, el seu sumatori de forces en qualsevol dels eixos de referència serà nul. Un altre aspecte que cal mencionar, és que en aquest treball no s'aprofundirà sobre quin valor tindran les forces a cada una de les rodes. És evident, que segons on es trobi el centre de masses del vehicle (amb o sense pes), les rodes davanteres o posteriors suportaran més o menys pes. Això generarà unes forces de resistència al rodament diferents per a cada una d'elles que no es plantejarà i per conseqüència, l'equip no ho diferenciarà en les seves lectures (Veure apartat "1.3.1.6.1. Forces normals i forces de resistència al rodament" on es mostra l'explicació).

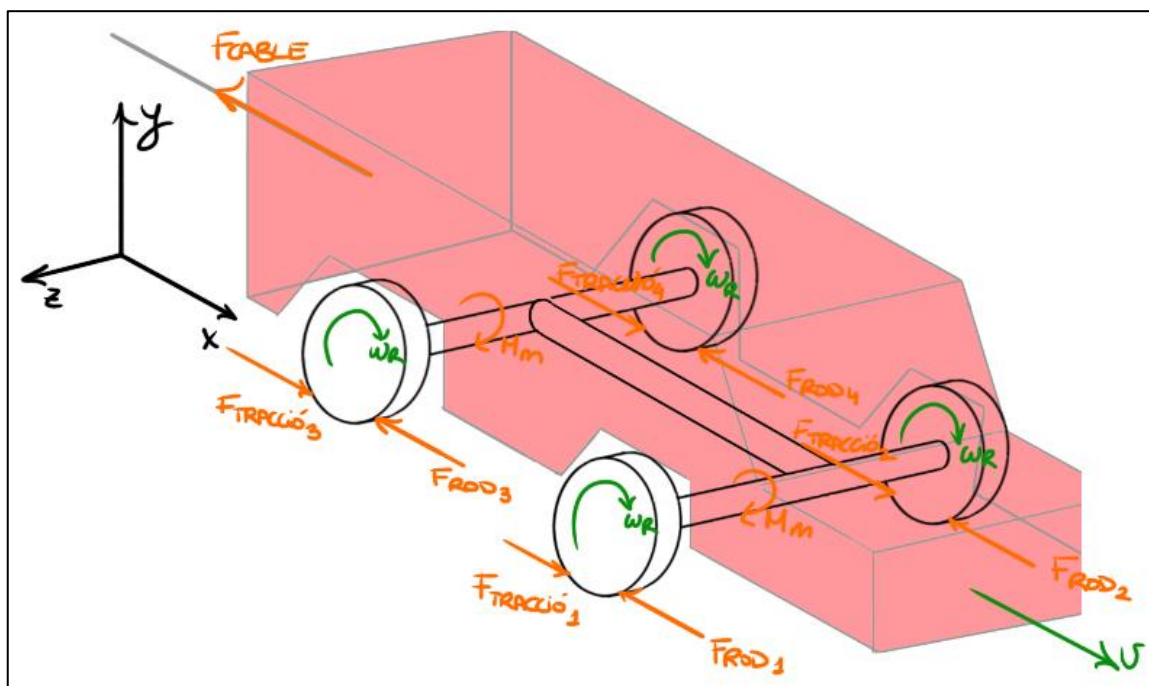


Figura 1.11. Diagrama de forces i velocitats del vehicle en l'escenari 2





Si apliquem el sumatori de forces en l'eix X quan  $v = cnt$ , obtenim:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{TRACCIÓ,1} + F_{TRACCIÓ,2} + F_{TRACCIÓ,3} + F_{TRACCIÓ,4} - F_{CABLE} - F_{ROD,1} - F_{ROD,2} - F_{ROD,3} - F_{ROD,4}$$

Tenint en compte que  $F_{TRACCIÓ,1} = F_{TRACCIÓ,2} = F_{TRACCIÓ,3} = F_{TRACCIÓ,4}$  i  $F_{ROD,1} = F_{ROD,2} = F_{ROD,3} = F_{ROD,4}$ , es pot afirmar que:

$$F_{TRACCIÓ,1} = \frac{F_{CABLE} + 4 \cdot F_{ROD,1}}{4}$$

ò

$$F_{TOTAL RACCIÓ} = F_{CABLE} + F_{TOTAL ROD}$$

On:

- $F_{TOTAL TRACCIÓ} = F_{TRACCIÓ,1} + F_{TRACCIÓ,2} + F_{TRACCIÓ,3} + F_{TRACCIÓ,4}$
- $F_{TOTAL ROD} = F_{ROD,1} + F_{ROD,2} + F_{ROD,3} + F_{ROD,4}$

Es pot concloure doncs, que l'equip haurà de tenir la capacitat de poder mesurar la  $F_{CABLE}$  en els dos escenaris plantejats per poder calcular les dues forces tangencials que patiran les rodes.

#### 1.3.1.6.1. FORCES NORMALS I FORCES DE RESISTÈNCIA AL RODAMENT

Les forces de resistència al rodament van directament lligades amb les forces normals de reacció que pateixen les rodes. Es lògic pensar doncs, que si les rodes no pateixen les mateixes forces normals, aquestes tampoc patiran les mateixes forces de resistència al rodament.

La magnitud de les forces normals dependrà d'on es trobi situat el centre de masses del vehicle, ja que segons la distància de les rodes respecte aquest punt, es tindran uns valors o uns altres. En la següent figura es mostra una suposició de la ubicació d'aquest punt, i a continuació, es demostra el que succeeix quan aquest punt no es troba equidistant a les rodes davanteres i posteriors.

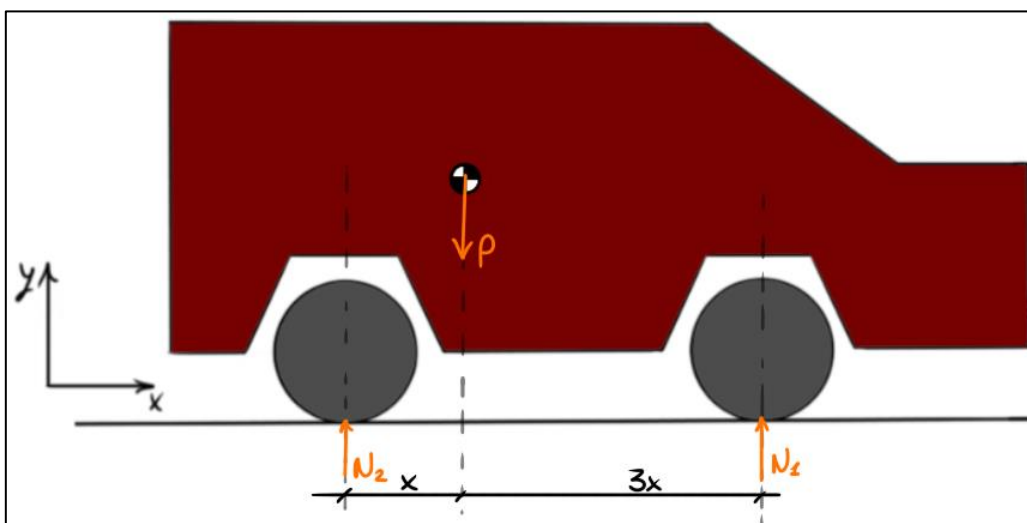


Figura 1.12. Representació de les forces normals i el centre de masses del vehicle





Si en el sistema mostrat s'aplica el sumatori de forces en l'eix Y i el sumatori de moments per una condició de repòs, s'obtindrà la relació entre els valors de  $N_1$  i  $N_2$ .

$$(1) \sum F_y = 0 \rightarrow \text{Condició de repòs}$$

$$(2) \sum M_z = 0 \rightarrow \text{Condició de repòs}$$

$$(1) N_1 + N_2 - P = 0$$

$$(2) N_2 \cdot x - N_1 \cdot 3x = 0$$

$$(2) N_2 = 3N_1$$

Així doncs, si les forces de reacció normals són diferents entre elles, queda demostrat que les forces de resistència al rodament que patiran les rodes també ho seran. Solament es complirà que siguin iguals quan el centre de masses es trobi equidistant a les rodes davanteres i posteriors.



### 1.3.2. ESTUDIS PREVIS

Prèviament al disseny de l'equip ja es van iniciar alguns estudis per part del departament de mecànica que consistien en mesurar, mitjançant un dinamòmetre, aquesta força del "cable". Es basava en un estudi totalment manual que podia donar lloc a errors humans i per tant lectures errònies.




*Imatge 1.1. Estudi de la força de tracció en un paviment asfaltat*



*Imatge 1.2. Estudi de la força de tracció en un paviment natural*

Amb el disseny d'aquest equip, s'obtindran algunes millores respecte la metodologia inicial per estudiar el comportament de les rodes en diferents paviments. Aquestes millores són les següents:

- **Actuació de la força de tracció totalment horitzontal** → El fet de realitzar aquesta lectura manualment podia comportar que la força de tracció no actués totalment horitzontal. Al no actuar horitzontalment es podien generar components verticals d'aquesta, donant lloc a resultants de forces en les rodes diferents, i per tant lectures errònies i mals resultats.
- **Control automàtic** → Al incloure components elèctrics, es podran controlar les velocitats de treball del sistema. Més control = més exactitud en els resultats.
- **Mesura del patinatge** → En aquets estudis inicials no es mesurava el patinatge que podien patir les rodes. Amb el nou equip es podrà quantificar aquesta nova variable i observar si hi ha alguna relació entre les forces tangencials i el grau de patinatge que pateix el vehicle.


 <b>Universitat de Lleida</b> <b>Escola Politècnica Superior</b>	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 22 de 83

## 1.4. NORMES I REFERÈNCIES

### 1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES

A continuació, s'enumeraran aquelles normatives aplicades al projecte:

- UNE 157001:2014 *"Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico"*
- UNE 1027:1995 *"Dibujos técnicos. Plegado de planos"*
- UNE 1032:1982 *"Dibujos técnicos. Principios generales de representación"*
- UNE 1035:1995 *"Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación"*
- UNE 1039:1994 *"Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales"*
- UNE 1135:1989 *"Dibujos técnicos. Lista de elementos"*
- UNE 1166-1:1996 *"Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte/: Términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujo"*
- UNE 50132:1994 *"Documentación. Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos"*
- UNE 82100-0:1996 *"Magnitudes y unidades. Parte 0: Principios generales"*
- UNE 82100-1:1996 *"Magnitudes y unidades. Parte 1: Espacio y tiempo"*
- UNE 82100-3:1996 *"Magnitudes y unidades. Parte 3: Mecánica"*
- UNE 82100-11:1996 *"Magnitudes y unidades. Parte 11: Signos y símbolos matemáticos para su uso en las ciencias físicas y en tecnología"*
- UNE 82100-13:1996 *"Magnitudes y unidades. Parte 13: Física del estado sólido"*
- UNE-EN ISO 3098-1:2015 *"Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales (ISO 3098-1:2015)"*
- UNE-EN ISO 3098-2:2001 *"Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Alfabeto latino, números y signos (ISO 3098-2:2000)"*
- UNE-EN ISO 3098-3:2001 *"Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego (ISO 3098-3:2000)"*
- UNE-EN ISO 3098-5:1998 *"Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (CAD), del alfabeto latín, las cifras y los signos (ISO 3098-5:1997)"*
- UNE-EN ISO 5455:1996 *"Dibujos técnicos. Escalas (ISO 5455:1979)"*
- UNE-EN ISO 5456-1:2000 *"Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis (ISO 5456-1:1996)"*
- UNE-EN ISO 5456-2:2000 *"Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas (ISO 5456-2:1996)"*
- UNE-EN ISO 5457:2000 *"Documentación técnica del producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo (ISO 5457:1999)"*
- UNE-EN ISO 6433:2012 *"Dibujos técnicos. Referencia de los elementos (ISO 6433:1981)"*
- UNE-EN 22553:1995 *"Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blando. Representación simbólica en los planos (ISO 2553:1992)"*
- UNE-EN ISO 6410-1:1996 *"Dibujos técnicos. Roscas y piezas roscadas. Parte 1: Convenios generales (ISO 6410-1:1993)"*
- UNE-EN ISO 6410-2:1996 *"Dibujos técnicos. Roscas y piezas roscadas. Parte 2: Insertos roscados (ISO 6410-2:1993)"*

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 23 de 83

- UNE-EN ISO 6410-3:1996 *“Dibujos técnicos. Roscas y piezas roscadas. Parte 3: Representación simplificada (ISO 6410-3:1993)”*
- DIRECTIVA 2006/42/CE *“Protección de la salud y de la seguridad en las máquinas”*

#### 1.4.2. BIBLIOGRAFIA

##### DOCUMENTACIÓ I NORMATIVES

Pàgines web:

- Repositori de treballs de la EPS
  - <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/48>
- Cercador de normatives espanyoles
  - <https://www.une.org>
  - <https://www.aenor.com>
- Elaboració de bibliografies
  - [https://biblioguias.uam.es/citar/estilo\\_apa](https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_apa)
- Normalització
  - <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1542/course/section/1990/2.2%20Normalizacion.pdf>
  - <http://etitudela.com/fpm/gdsa/downloads/normarealizacionproyectos.pdf>
  - <http://lsi.vc.ehu.es/wdocs/TFGs/norma157001.pdf>
- Abast d'un projecte
  - <https://nextop.es/como-definir-el-alcance-de-un-proyecto>

Projectes i documents:

- Bonet Palau, D. (2019). *Disseny del hardware d'un Hoverboard* (Treball final de grau). Escola Politècnica Superior, Universitat de Lleida.
- Maestro Balaguer, S (2018). *Disseny d'un dispositiu elevador de càrregues pesades per a països subdesenvolupats i zones de difícil accés per a maquinària habitual* (Treball final de grau). Escola Politècnica Superior, Universitat de Lleida.
- Moreno Bellostes, A. (2014). *Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge* (Treball final de grau). Escola Politècnica Superior, Universitat de Lleida.
- Ascunce Vidondo M. (2014) *Condiciones de seguridad en las máquinas*. Govern de Navarra, Departament de Salut



## MARC TEÒRIC

Pàgines web:

- Resistència al rodament i fricció
  - <http://www.blogmecanicos.com/2017/12/la-resistencia-la-rodadura-y-la-5.html>
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_a\\_la\\_rodadura](https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura)
  - <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2015/05/titulo-friccion-subtitulo-friccion-por.html?m=0>
  - [https://www.academia.edu/19622557/An\\_Inexpensive\\_Technique\\_to\\_Measure\\_Coefficients\\_of\\_Friction\\_with\\_Rolling\\_Solids](https://www.academia.edu/19622557/An_Inexpensive_Technique_to_Measure_Coefficients_of_Friction_with_Rolling_Solids)
- Moviments d'un sòlid rígid
  - [http://www.javierdelucas.es/solido/rodar/mov\\_rodar.htm](http://www.javierdelucas.es/solido/rodar/mov_rodar.htm)
  - [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/mov\\_general/equilibrio/equilibrio.html#Condic%C3%B3n%20de%20rodar%20\(sin%20deslizar\)](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/mov_general/equilibrio/equilibrio.html#Condic%C3%B3n%20de%20rodar%20(sin%20deslizar))
  - <https://es.wikipedia.org/wiki/Rodadura>
- Rodament sense lliscament
  - <https://www.calculisto.com/topics/dinamica-de-rotacion/summary/154>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=ZyVUswtrJgI>
- Aplicació de forces sobre una roda
  - [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/mov\\_general/roz\\_rodadura/rozamiento.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/mov_general/roz_rodadura/rozamiento.html)
- Slip ratio o grau de patinatge
  - <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1155/2014/260428>
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/Slip\\_ratio#:~:text=Slip%20ratio%20is%20a%20means,the%20wheel%20of%20an%20automobile.&text=The%20difference%20between%20theoretically%20calculated,is%20called%20'slip%20ratio'](https://en.wikipedia.org/wiki/Slip_ratio#:~:text=Slip%20ratio%20is%20a%20means,the%20wheel%20of%20an%20automobile.&text=The%20difference%20between%20theoretically%20calculated,is%20called%20'slip%20ratio')
  - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005109897000034>
- Resistència aerodinàmica
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_aerodin%C3%A1mica](https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_aerodin%C3%A1mica)

- PWM

- <https://www.youtube.com/watch?v=NLKYEZ8-LhU>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n\\_por\\_ancho\\_de\\_pulsos#:~:text=La%20modulaci%C3%B3n%20por%20ancho%20de,a%20trav%C3%A9s%20de%20un%20canal](https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_ancho_de_pulsos#:~:text=La%20modulaci%C3%B3n%20por%20ancho%20de,a%20trav%C3%A9s%20de%20un%20canal)

- Motors, bateries i cablejat

- <https://www.youtube.com/watch?v=rx5XgyL8Pmk>
- <https://www.adslzone.net/reportajes/telefonía/w-a-mah-velocidad-carga-capacidad-bateria>
- <https://support.maxongroup.com/hc/en-us/articles/360004396453-Assigned-power-rating-of-DC-EC-BLDC-motors#:~:text=Definition%20assigned%20power%20rating,permissible%20speed%20of%20the%20motor.>
- <https://www.youtube.com/watch?v=JIMXo3TOgeU>
- <https://coelectrix.com/que-amperaje-soporta-un-cable-electrico>

- Propietats dels materials

- <http://prontuarios.info/materiales/acero>
- <http://blog.parker.com/mx/%C2%BFeligiendo-entre-acero-o-perfiles-de-aluminio-estructural-lea-esto>
- <https://inbestia.com/analisis/sustitutos-y-nuevos-materiales-de-fabricacion>
- <http://www.sanmetal.es/productos/termoplasticos/metacrilato-pmma/14>
- <http://www.goodfellow.com/S/Aluminio.html>
- <http://hxx.es/2015/03/12/materiales-de-impresion-3d-i-pla-acido-polilactico>
- <https://www.alacermas.com/productos.php?categoria=1&subcategoria=152&gama=1&producto=873>

- Soldadures

- <https://www.youtube.com/watch?v=Gq18sNMO6UY>
- <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn53.html>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura\\_MIG/MAG](https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG)

- Acabat superficial

- <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>

- Propietats, nomenclatures i càlculs dels elements d'unió

- <https://www.imporpernos.com/blog/norma-din-976>
- <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn32.html>
- <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn37.html>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Rosca\\_m%C3%A9trica](https://es.wikipedia.org/wiki/Rosca_m%C3%A9trica)

- Funcionament opto interruptor

· <https://www.luisllamas.es/usar-un-optointerruptor-con-arduino>

Projectes i documents:

- Coello Triay, I. (2018). *Diseño del sistema de Frenado de un automóvil. Cálculo de la geometría, materiales, energía disipada, par de frenado, fuerzas de accionamiento y circuito hidráulico* (Trabajo final de grado). Universitat politècnica de València
- Ortiz Rodriguez, A. (2012). *Fundamentación del conjunto tractor-aperero para la labor de surcado y su influencia en el consumo energético en cultivos de raíces y tubérculos* (Tesis doctoral). Universidad politécnica de Madrid
- L Ringegni P. (2018). *Apunte de rodadura*. Universitat Nacional de la Plata
- O. E. Piro. *Notas sobre física general: Resistencia a la rodadura*
- Bartolome Ramirez R. *Soldadura: Representaciones gráficas. Designaciones según norma*. StuDocu
- Guardiola Vllora A. *Diseño y cálculo de uniones con tornillos no pretensados*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia






## COMPRA DE MATERIALS

Pàgines web:

- Coixinets
  - <https://www.igus.es>
- Mànec telescòpic
  - <https://djmania.es>
- Metacrilats
  - <https://www.muchoplastico.com/es/metacrilato/plancha-de-metacrilato-plexiglas-transparente>
  - <https://www.ebay.es/itm/Metacrilato-de-colada-Transparente-3-4-5-6-y-10-mm-grueso-/274265002147>
- Imprimació i pintures
  - <https://www.epinturas.com>
  - <https://www.bauhaus.es>
  - <https://www.pinturas.es>
- Passadors articulats
  - <https://eshop.wuerth-industrie.com>
- Cèl·lula de càrrega
  - <https://www.futek.com>
- Anells elàstics
  - <https://www.norelem.com>
- Cargols i elements d'unió
  - <https://www.tornilleriareche.com>
  - <https://www.ugatu.com>
  - <https://www.leroymerlin.es>
  - <https://entaban.es>
  - <https://www.cofan.es>
- Motor
  - <https://es.farnell.com>

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 29 de 83

Catàlegs:

- MANNI SIPRE (2013) *"Catálogo técnico tubos estructurales"*
- GESTIÓN DE COMPRAS *"Tornillería"*
- AVDEL (2011) *"Tuercas remachables"*
- RULEMANES *"Anillos seeger para ejes"*
- MAXON (2016) *"DC motor"*
- WURTH *"Passadores articulados"*
- GALLASTEGI (2015) *"Tornillería"*

#### 1.4.3. PROGRAMES DE CÀLCUL

Seguidament es mostra un llistat dels programes informàtics emprats per solucionar les diferents necessitats del projecte:

- Disseny i plànols: *CREO Parametric 5.0.4.0*
- Impressió 3D: *Simplify3D*
- Il·lustracions: *SketchBook*
- Redacció: *Microsoft Office Professional Plus 2016 Word*
- Taules: *Microsoft Office Professional Plus 2016 Excel*
- Presentació: *Microsoft Office Professional Plus 2016 PowerPoint*
- Document final: *Adobe Acrobat Reader DC*

#### 1.4.4. PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT DURANT LA REDACCIÓ DEL PROJECTE

Al fabricar un producte, sempre s'intenta obtenir la màxima qualitat i per assolir-la, és molt important establir unes pautes de fabricació i de muntatge. En aquest cas, al tractar-se d'un únic producte, els processos de fabricació de les peces s'han pogut repetir fins obtenir els resultats desitjats. Tot i això, hi ha hagut alguns errors que s'han tingut que assumir i trobar noves alternatives per solucionar-los.

En una primera instància es mencionaran aquelles errades comeses durant la fabricació del equip i, seguidament, s'enforçarà des d'un punt de vista teòric, quins controls de qualitat es podrien aplicar en el cas d'una producció en massa o en cadena d'aquest producte.

Degut a la pandèmia viscuda, el procés de fabricació i muntatge es va quedar aturat per la impossibilitat d'assistir al laboratori. Per aquest motiu, solament es mencionaran aquelles errades comeses fins a la data. Per tant, no representaran la totalitat dels errors que es podrien haver comés en la fabricació del 100% del equip.



- **Talls dels perfils** → En el procés de tall es van apreciar certes irregularitats. La flexió de la fulla va provocar desviacions en el tall, que es van traduir en dimensions i geometries errònies dels perfils. Aquestes variacions van suposar que els encaixos entre els perfils estiguessin desviats o no s'arribessin a tocar entre ells. Aquest problema en la fabricació es va poder reduir una mica en el procés de soldadura.

Pertal de no cometre nous errors com aquests, s'hauria d'ajustar la màquina de nou o canviar la fulla degut a un possible desgast. En cas de que el problema no desaparegui, s'haurien de plantejar altres alternatives per assolir el producte final que es desitja. Aquestes alternatives podrien passar des d'un nou sistema de tall, fins a l'opció de fer una comanda amb els perfils ja tallats a la mesura desitjada. S'haurien de plantejar les diferents solucions, i valorar segons els criteris que es creguin convenients (econòmics, de planificació, etc.) quina es la que millor s'adapti a les necessitats que es tinguin.



Imatge 1.3. Procés de tall dels perfils



Imatge 1.4. Procés de tall dels perfils



- **Forat de femella reblonada** → Durant la fase de disseny, en un plantejament inicial, es va decidir que les unions a l'esquelet de l'equip es farien mitjançant femelles hexagonals i que aquestes anirien soldades a l'interior dels perfils.

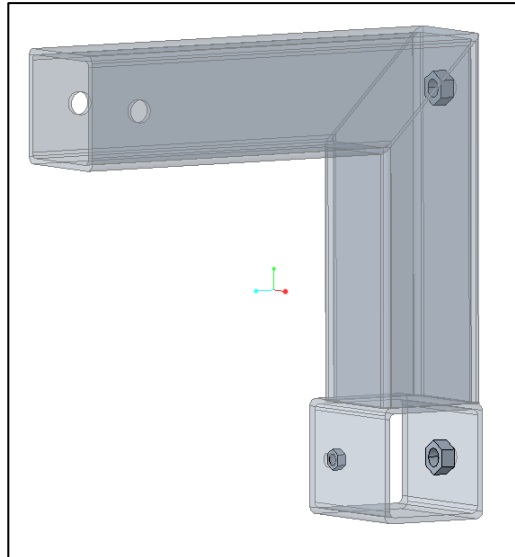


Figura 1.13. Femelles hexagonals internes

Finalment, es va optar per substituir aquest tipus d'unió per rosques reblonades en aquelles unions sense una necessitat de precisió molt elevada. En aquest procés d'adaptació al nou sistema, no es van modificar les cotes dels forats inferiors de l'equip i, es van col·locar unes rosques reblonades de M6 en comptes de les de M8. Aquesta rosca reblonada era l'encarregada d'unir els tacs de goma, de M8, amb l'esquelet. Davant del error es plantegen dues alternatives: trencar la rosca, refer el forat i col·locar-hi la correcta o comprar uns nous tacs de goma de M6. S'opta per la segona d'elles.



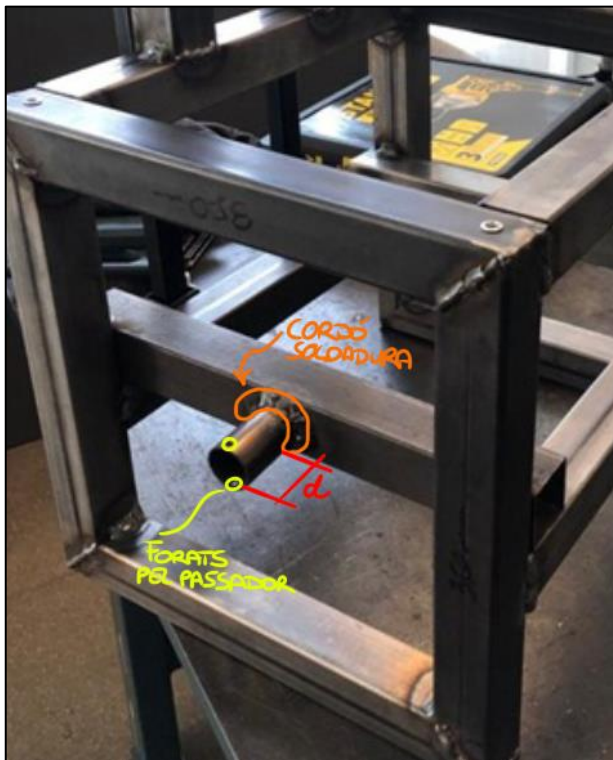
Imatge 1.5. Estructura i rosques reblonades



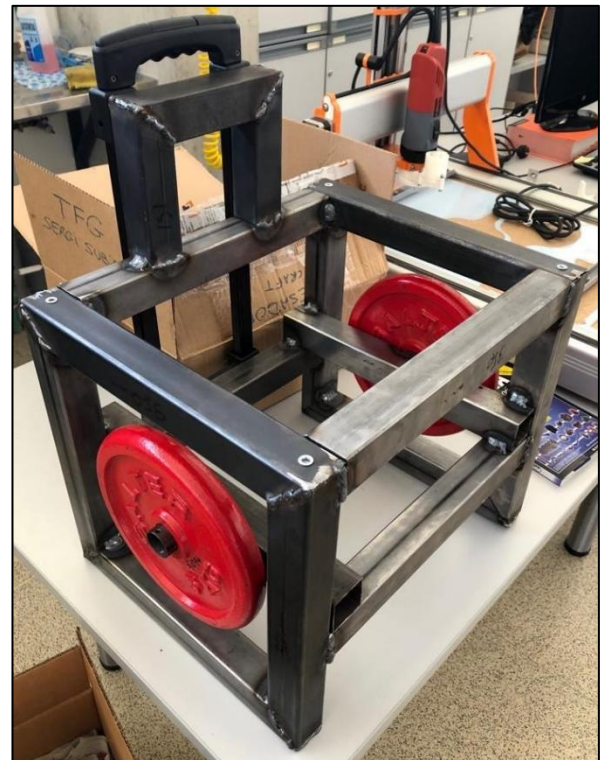


- **Soldadura per als contrapesos** → Els contrapesos que s'inclouran a l'equip, aniran situats sobre uns perfils circulars soldats a sobre dels perfils quadrats del esquelet. En el disseny, no es va tenir en consideració el gruix del cordó de la soldadura i, l'espai restant fins els forats per al passador no és prou gran com per subjectar les peses de 10 kg. Veure apartat "1.7.5. Ubicació del contrapès"

Inicialment no es farà cap modificació i es substituiran aquests contrapesos per uns de 5kg, més estrets. En el suposat cas que no oferissin prou pes, es podria optar per reduir (mitjançant una mola) aquests gruix del cordó fins que quedés prou espai per la pesa de 10 kg. És una opció en la que s'ha de vigilar, ja que reduir la soldadura implicarà una reducció en la resistència de la unió, i per tant, podria arribar-se a doblegar o trencar. Així doncs, si amb les peses de 5kg no es tingués prou pes, la millor opció seria tallar els tubs circulars, llimar la zona i tornar-ne a soldar uns altres més llargs.



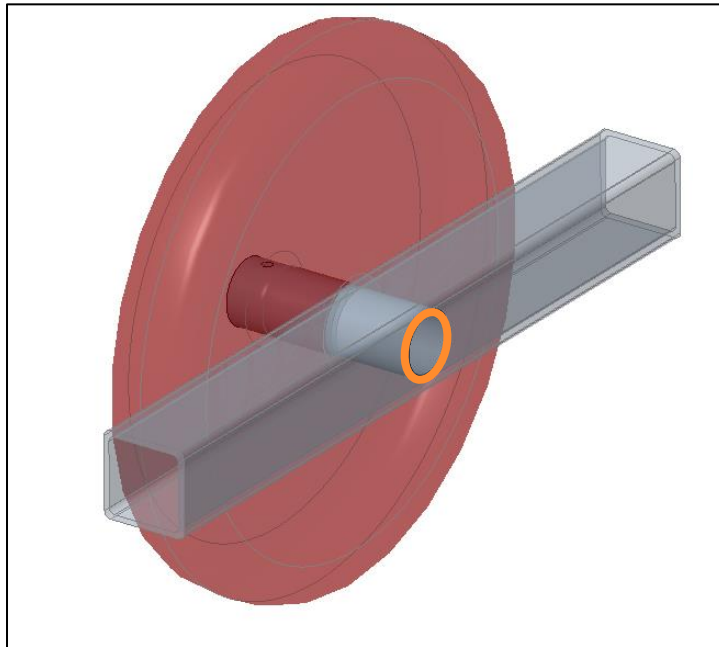
Imatge 1.6. Suport contrapesos



Imatge 1.7. Equip amb contrapesos de 5 kg



Aquest error de previsió en la soldadura, no va aparèixer en la fase de disseny perquè la solució final no era la mateixa que es va proposar inicialment. El tub circular es volia passar fins a dins del tub quadrat i soldar-lo a la paret interna. D'aquesta manera s'evitava la soldadura externa i la pesa encaixava en l'espai restant tal i com es mostra en la *Figura 1.14*. Davant la impossibilitat de fer la soldadura per la part interna del perfil quadrat, es va optar per soldar-la a sobre donant lloc a aquest error.



*Figura 1.14. Proposta inicial per la col·locació del contrapès amb línia de soldadura*

Exceptuant el tall dels perfils, els errors comesos en les rosques reblonades i en el perfil circular s'han resolt i modificat en els plànols. És a dir, els plànols adjunts en aquest document ja són una versió millorada respecte els del disseny inicial.

Com ja s'ha mencionat, el procés de fabricació i muntatge no s'ha pogut dur a terme al 100% i per tant, les possibles millores aplicades són en base a la feina feta fins a la data. En un futur quan l'equip estigui finalitzat, es possible que sorgeixin altres aspectes amb necessitats de modificacions.





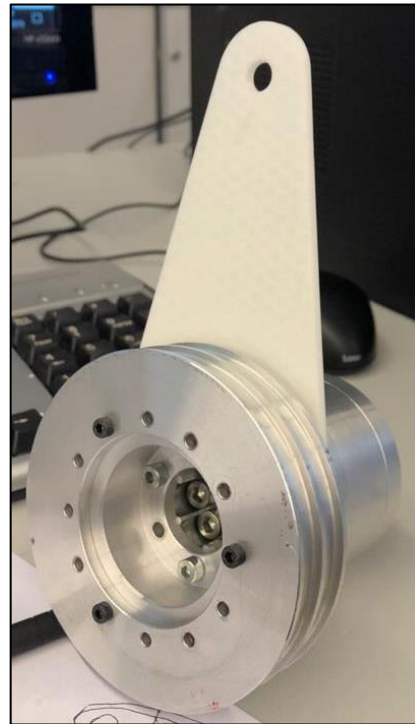
## PROCESSOS A IMPLEMENTAR PER UNA MILLORA DE QUALITAT

En aquest apartat, com ja s'ha mencionat, s'especificaran aquells processos a seguir per tal d'obtenir un producte final de qualitat. En aquest llistat n'hi hauran alguns que ja s'hauran aplicat en aquest equip, i d'altres que simplement s'anomenaran. S'ha de tenir en compte que alguns d'ells no s'hauran pogut dur a terme per falta de maquinaria i/o temps.

- Organització, estandardització i revisió → Abans de produir/fabricar serà necessari revisar i validar els plànols. Abans d'entrar en matèria, és important fer una revisió de tot el disseny per tal d'evitar errors com els comesos en les rosques reblonades. En una empresa on es pretén produir un producte en grans quantitats, un error com aquest podria arribar a suposar molts costos. És per això, que és important tenir una organització adequada, i més si parlem d'una empresa amb un gran volum de treballadors.
- Prototipar → Prototipar aquelles peces del equip que s'envien a fabricar a l'exterior, per valorar si compleixen la seva funció o necessiten modificacions. D'aquesta manera, si es realitza un prototip amb un baix cost i s'observa que aquesta peça necessita ser redissenyada, es podrà evitar el cost d'enviar a produir X peces errònies.



Imatge 1.8. Prototip xapa subjecció del conjunt tambor-reductor-motor



Imatge 1.9. Prototip xapa subjecció del conjunt tambor-reductor-motor



- Acabats finals → Totes les peces que entren al taller per ser soldades, foradades, tallades, etc. necessiten d'altres procediments posteriors per tenir un acabat final òptim. A continuació es mostren aquells aplicats o amb intencions de ser aplicats al projecte.
  - Avellanar tots els forats
  - Llimar cantonades vives i polir zones amb rugositats
  - Pintura o un altre producte que ofereixi una capa de protecció de les peces externes
  - Engreixar o posar oli en els elements mecànics
- Toleràncies → Fer un major ús de la nomenclatura de les toleràncies, tant geomètriques com dimensionals, per tal d'obtenir uns resultats molt més pròxims als que es volen. En aquest treball s'ha fet ús d'aquest tipus de nomenclatura sobretot en aquelles peces que s'han enviat a fabricar fora de la UdL. No obstant, la implementació d'aquest sistema en tots els documents dels plànols segurament aportaria una major qualitat a tot el producte final.
- Documentació → Generar un document en el que s'especifiqui com s'utilitza l'equip. Aquest document servirà per posar en context a l'usuari de la maquinària que té al davant i evitar-ne mals usos que puguin comportar el trencament d'algun dels components. En aquest document no solament s'hi especificaria com utilitzar-lo, sinó que també podria incloure els rangs de treball, els consums, les peces de recanvi, etc.
- Peces de plàstic en motlle → Un cop generades les peces amb una impressora 3D i fetes les modificacions pertinents, es podria generar un motlle i produir totes les peces de plàstic per injecció. D'aquesta manera s'aconseguiria que les peces fossin totes iguals, s'evitaria tot el procés d'acabats posteriors i per tant, s'aconseguiria una producció més elevada. Com es pot observar en la següent imatge, la peça acabada de sortir de la impressora no té un acabat òptim per al seu muntatge i necessita els mecanitzats corresponents per poder-se muntar a l'equip.



Imatge 1.10. Peça acabada de sortir de la impressió 3D

## 1.5. DEFINICIONS I ABREVIATURES

### 1.5.1. DEFINICIONS

- **Cèl·lula de càrrega:** és un transductor que converteix la força aplicada sobre ella en una senyal elèctrica mesurable.
- **Coeficient adimensional:** és una quantitat sense dimensió física associada, sent per tant un número pur que permet descriure una característica física sense dimensió ni unitat d'expressió explícita.
- **Coeficient de fricció dinàmic:** oposició al desplaçament que ofereixen les superfícies de dos cossos en contacte quan ja hi ha un moviment relatiu entre els dos
- **Coeficient de fricció estàtic:** oposició al desplaçament que ofereixen les superfícies de dos cossos en contacte abans de produir-se un moviment relatiu entre els dos.
- **Densitat:** magnitud escalar que relaciona la quantitat d massa en un determinat volum d'una substància o un objecte sòlid.
- **Histèresis:** es pot definir com la capacitat que té un material per mantenir alguna de les seves propietats en absència de l'estímul que ha originat la seva variació. Aplicat als pneumàtics la histèresis es refereix a la seva elasticitat i capacitat per la adherència.
- **Moment de força:** és una magnitud vectorial obtinguda del producte vectorial entre el vector de posició del punt d'aplicació de la força i el vector de la força, en aquest ordre.
- **Motor elèctric:** dispositiu que converteix l'energia elèctrica en energia mecànica de rotació a partir dels camps magnètics generats en les seves bobines.
- **Parell motor:** és el moment de força que produeix un motor sobre un eix de transmissió de potència o, dit d'una altra manera, la tendència d'una força per girar un objecte al voltant d'un eix, punt de recolzament o pivot.
- **Potència assignada:** es representa com el producte del parell màxim continu produït pel motor a una velocitat que romanguí per sota de la màxima permesa.
- **Radi funcional:** Radi que presenta una roda quan aquesta està sotmesa a diferents pressions.
- **Reductor:** un o varis parells d'engrenatges que adapten la velocitat i la potència mecànica generada pel motor a la seva sortida. Serveixen per adaptar les condicions de funcionament d'una màquina.
- **Sòlid rígid:** és un cos format per un conjunt de punts que sempre estan a la mateixa distància entre ells
- **Transductor:** parell o dispositiu destinat a transformar una magnitud física en una altra magnitud física, generalment elèctrica o pneumàtica, i emprada per a una transmissió, una regulació, un enregistrament, etc.
- **Tambor:** component cilíndric que generalment s'encarrega de transformar el moviment circular d'un motor en un de lineal.



- **Velocitat angular:** és una mesura de la velocitat de rotació que es defineix com l'angle girat per unitat de temps, i es designa mitjançant la lletra grega  $\omega$ .
- **Velocitat lineal:** és aquella velocitat on la direcció sempre es manté tangent a la trajectòria de la partícula que rota.

#### 1.5.2. ABREVIATURES

- $\alpha_r \rightarrow$  Acceleració angular rodes
- $h \rightarrow$  Alçada actuació del sistema de tracció
- $A \rightarrow$  Ampers, quan parlem de valors d'intensitat\*
- $A \rightarrow$  Àrea
- $g \rightarrow$  Acceleració de la gravetat
- CIR  $\rightarrow$  Centre instantani de rotació
- $\mu_d \rightarrow$  Coeficient de fricció dinàmic
- $\mu_e \rightarrow$  Coeficient de fricció estàtic
- $c_d \rightarrow$  Coeficient de resistència del fluid
- $C_r \rightarrow$  Coeficient de rodament
- $\rho \rightarrow$  Densitat
- $\emptyset \rightarrow$  Diàmetre
- $d \rightarrow$  Distància entre el centre de la roda i la reacció normal
- $F_A \rightarrow$  Força aerodinàmica
- $F_f \rightarrow$  Força de fricció
- $F_{ROD} \rightarrow$  Força de rodadura
- $P \rightarrow$  Força del pes
- $F_C \rightarrow$  Força de tracció del cable
- $F_T \rightarrow$  Força de tracció en les rodes
- $F_x \rightarrow$  Força eix x



- $F_y \rightarrow$  Força eix y
- $N \rightarrow$  Força normal
- $M_z \rightarrow$  Moment respecte eix z
- $M_m \rightarrow$  Moment produït pel motor del vehicle
- $z_x \rightarrow$  Número de dents de x
- PWM  $\rightarrow$  Pulse-width modulation ò Modulació per amplada de polsos
- $R \rightarrow$  Radi roda
- $R_F \rightarrow$  Radi funcional
- $\tau_x \rightarrow$  Relació de transmissió de x
- $\Gamma \rightarrow$  Parell
- $\sigma_e \rightarrow$  Límit elàstic
- $\sigma_t \rightarrow$  Tensió de cisallament
- $\sigma_n \rightarrow$  Tensió normal
- $\sigma_{adm} \rightarrow$  Tensió admissible
- $V \rightarrow$  Voltatge
- $\omega \rightarrow$  Velocitat angular
- $\omega_R \rightarrow$  Velocitat angular roda
- $v \rightarrow$  Velocitat lineal cotxe
- $v_x \rightarrow$  Velocitat lineal en un punt x
- $W \rightarrow$  Watts

## 1.6. REQUERIMENTS DE DISSENY

En aquest apartat es definiran aquells requeriments de disseny que s'han tingut en consideració fins arribar a la solució final de l'equip. Aquests es dividiran segons el seu tipus, i s'intentarà en tot moment, que siguin quantificables.

### 1.6.1. FUNCIONALS

Els requeriments funcionals, són sense cap mena de dubte els que han condicionat més el disseny de l'equip. Aquests requeriments, que s'enumeraran a continuació, són els que defineixen amb més exactitud el que ha de fer l'equip.

- **Força de tracció màxima necessària de 80N ( $F_c$ )** → L'equip ha de ser capaç de generar una força de 80N en l'extrem del tambor per tal de moure el vehicle. Aquest valor es va definir tenint en compte que el vehicle pesa uns 3-3,5kg i es volia situar una càrrega de 5 kg a sobre d'aquest.
- **Rang de velocitats entre 0-0,3 m/s ( $v$ )** → Al tractar-se d'un estudi a escala, es va acordar que el rang de velocitat més adequat fos aquest. Inicialment es va plantejar que aquesta velocitat arribés a 1,5 m/s, però després de realitzar els primers càlculs, es va apreciar que estava totalment desproporcionada respecte a la escala del sistema d'estudi.
- **Rang d'alçades de 30-110mm ( $h$ )** → Com ja s'ha mencionat en l'apartat "1.3.2 Estudis previs", és molt important que la força de tracció del cable actuï totalment horitzontal al pla. Per aquest motiu, s'ha demanat que l'alçada d'actuació pugui regular-se per tal d'adaptar-se a diferents alçades del vehicle.

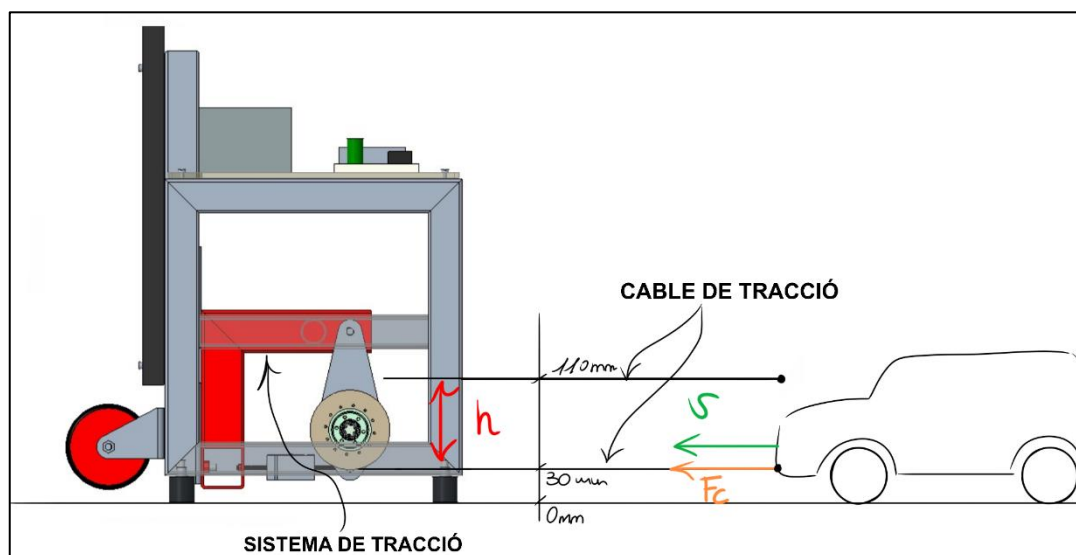


Figura 1.15. Aclariment de les variables expressades en els requeriments

- **Ús intuïtiu i fàcil** → Simplificació al màxim per a que qualsevol usuari no coneixedor d'aquest àmbit pugui fer-ne un registre de dades obtingudes.



- **Treball en pla o en pendent** → L'equip s'ha dissenyat per a que pugui treballar tant en pla com en pendent. De totes formes, degut a la pandèmia ja mencionada, no s'han pogut realitzar les proves i tampoc s'ha pogut comprovar que aquest no dona dificultats en paviments amb pendent. De totes formes, en l'apartat de "1.10.2.1. Pla inclinat" es proposa una solució/alternativa per si l'equip acabés mostrant algun problema en la condició de pendent.
- **Mesura del grau de patinatge i la força de tracció** → L'equip haurà de tenir la capacitat de mesurar la força de tracció que es genera en el cable quan aquest es trobi en funcionament i, el grau de patinatge que esta patint el vehicle. En l'apartat "1.3.1. Marc teòric" ja s'han definit aquestes variables d'estudi.

#### 1.6.2. DE MERCAT

No s'ha tingut en compte cap requeriment de mercat. En cap moment s'ha enfocat aquest treball amb un propòsit comercial i per tant, el seu disseny no s'ha vist afectat per cap condicionant de mercat. Tot i això, sempre s'ha intentat estudiar les diverses alternatives que s'oferien i que encaixaven en el disseny, per acabar escollint l'opció més econòmica.

No s'ha realitzat cap estudi de mercat per poder definir, per exemple, a quin grup de població podria anar dirigit aquest producte i, condicionar el seu disseny en relació a aquest estudi. De totes formes, al tractar-se d'un equip destinat a fer un estudi específic, no tindria molt sentit condicionar el seu disseny a un mercat que no és.

#### 1.6.3. DE FABRICACIÓ

Els requeriments de fabricació, igual que els de mercat, no s'han tingut en consideració en el disseny de l'equip. És cert però, que indirectament si que han tingut una mica més de presència que no pas els anteriors. Inicialment no s'ha especificat cap requeriment de fabricació (tipus de soldadura, acabats, etc.), però si que el fet de tenir que fabricar-se al taller de la UdL ja ha definit aquests processos. Això es deu a que la maquinària de la que es disposa al taller és limitada, i certs processos de fabricació no es podran realitzar i s'hauran d'encomanar fora. Per aquest motiu, s'han intentat buscar solucions fàcils i realitzables en el propi taller. Inevitablement algunes peces s'han enviat a fabricar a l'exterior.

Un dels aspectes que si que s'ha tingut en consideració, es el muntatge posterior de tot l'equip. S'ha intentat facilitar aquesta tasca i evitar espais reduïts de difícil accés per les eines o les mans. Hi ha hagut alguns punts, com el control de la velocitat al vehicle, en el que ha resultat impossible aquesta premissa. Però si ens fixem en l'equip, té unes dimensions adequades per assolir la funcionalitat demanada i complir amb els requeriments de fabricació i transport.

#### 1.6.4. DE TRANSPORT

Juntament amb els requeriments funcionals, són els que més han influït en el disseny final del equip. Aquests faran referència a tots aquells aspectes que facilitaran el seu transport, i que permetran fer estudis en terrenys que no estiguin pròxims a la seva zona d'emmagatzematge.

- **Lleuger (pes inferior a 30kg) →** No s'ha definit específicament que l'equip tingui un pes inferior a 30 kg, sinó que aquest sigui lleuger per tal de facilitar el seu transport. És necessari que és tingui cert pes per tal d'evitar el seu moviment durant el funcionament. Aquest és el motiu pel qual els contrapesos no estan fixes en l'equip i es poden retirar pel transport i col·locar-los de nou pel funcionament.
- **Compacte, volum reduït →** Dimensions reduïdes per poder-lo transportar sense la necessitat d'un vehicle de grans dimensions (furgoneta, camió,...)
- **Rodes i mànec →** S'inclouran en l'equip, aquells elements que permetin facilitar el seu transport en trajectes curts sense necessitat d'un vehicle.

#### 1.6.5. DE SEGURETAT

L'equip dissenyat no té unes prestacions molt elevades les quals puguin arribar a provocar una situació de risc per a l'usuari. De totes maneres, s'han tingut en consideració aquelles normatives de seguretat que podien afectar al nostre disseny, sobretot en l'aspecte elèctric, ja que aquest es possiblement l'únic punt que podria generar més risc.

En l'apartat "1.10.2. Millores" també s'inclouen alguns afegits per l'equip per tal de millorar la seva seguretat.

#### 1.6.6. DE MANTENIMENT


Al tractar-se d'un equip amb una necessitat molt baixa de manteniment, no s'ha definit cap requeriment en aquest sentit. De totes formes, com ja s'ha comentat, les peces internes de l'equip són fàcilment accessibles i per conseqüència el seu manteniment serà fàcil de realitzar. A més a més, és un equip dotat de pocs mecanismes, que són els punts amb més necessitats de manteniment d'una màquina. La resta de components no tenen gairebé cap d'aquestes necessitats, simplement alguna neteja periòdica.

#### 1.6.7. MEDIAMBIENTALS

Els requeriments mediambientals cada cop tenen més pes en el disseny d'un producte, això es deu a la crisi mediambiental a la que ens estem enfrontant els darrers anys. En aquest projecte també s'ha intentat seguir en aquesta línia de disseny i s'ha imposat un requeriment que ha condicionat des del principi el plantejament de disseny de tot l'equip.

- **Aprofitament de peces, components →** L'aprofitament de peces i components d'altres projectes ja finalitzats o inacabats, serà un dels punts més importants en el disseny. La reutilització ajudarà al medi ambient amb el no consum, i per tant, la no producció de nous components. Així doncs, l'equip es dissenyarà al voltant d'aquets components, sempre que aquests puguin assolir els requeriments de funcionalitat. En l'apartat dels càlculs de l'annex es podrà observar que aquests poden complir amb els rangs de treball sol·licitats



 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	MEMÒRIA	Pàgina: 44 de 83

#### 1.6.8. DE FI DE VIDA

L'últim dels requeriment fa referència a la fi de vida de l'equip. El disseny d'aquest no s'ha vist afectat ja que no s'ha definit cap requeriment en aquest sentit. De totes formes, la senzillesa de l'equip i les unions que s'han fet entre els diferents elements, permetrà una reutilització de gairebé la totalitat de l'equip.

Els tacs de goma, les rodes i les xapes d'unió, el mànec, el conjunt tambor-reductor-motor, els anells seeger, els coixinets i els components elèctrics seran elements de l'equip reutilitzables, en cas de seguir oferint les prestacions inicials o necessàries per al pròxim ús. En canvi si es volgués reutilitzar tota la perfil·leria s'haurien de seccionar les soldadures i llimar-les, és a dir, seria necessària una feina a posterior per deixar-les en bones condicions per un altre ús.

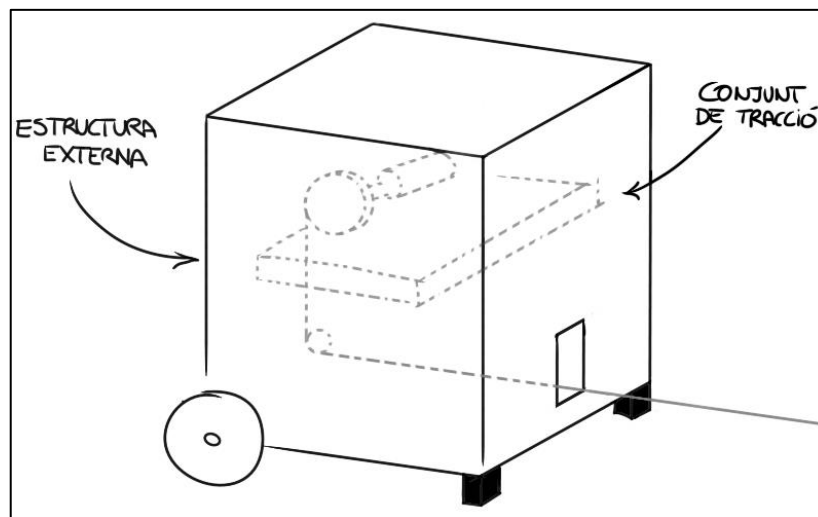


## 1.7. ANÀLISIS DE SOLUCIONS

Un cop definit què es vol assolir amb l'equip i quins condicionants es tenen degut als requeriments, ja es pot avançar al següent pas, el disseny. En aquest apartat s'analitzaran les diverses opcions plantejades, els seus avantatges i inconvenients, i com s'ha anat evolucionant en l'equip.

### 1.7.1. DISSENY CONCEPTUAL

Inicialment l'equip estava pensat amb dues parts ben diferenciades, l'estructura externa i el conjunt de tracció intern. L'estructura externa o esquelet tindria una forma de cub que realitzaria dues funcions, protegir els equips que es trobin en el seu interior i servir de suport per a tots aquells elements que s'hi tinguin que acollar. En el primer esbós, *Figura 1.16*, ja es poden començar a diferenciar aquestes dues parts, així com els detalls de la col·locació de les rodes per facilitar el transport i els tacs per mantenir l'equip estàtic durant el seu funcionament.



*Figura 1.16. Esbós inicial*

Una de les primeres decisions que es pren, degut als requisits funcionals ja mencionats, és que l'equip ha de tenir la capacitat de poder ajustar l'alçada del sistema de tracció. Aquest ajust el faria el propi usuari i d'aquesta manera l'equip podria utilitzar-se per a diferents combinacions de vehicles i rodes. Per tant, serà necessari un sistema de guiatge que permeti variar la posició del sistema de tracció i que a la vegada sigui capaç de subjectar-lo. Com es pot veure en la *Figura 1.17*, també es comença a plantejar on es podria situar la càrrega que s'ha d'incloure a l'equip per fer-lo més pesat i d'aquesta manera evitar el seu moviment quan es trobi en funcionament. La ubicació de la cèl·lula de càrrega, encarregada de les lectures de la força de tracció, també es comença a proposar en aquest esbós.

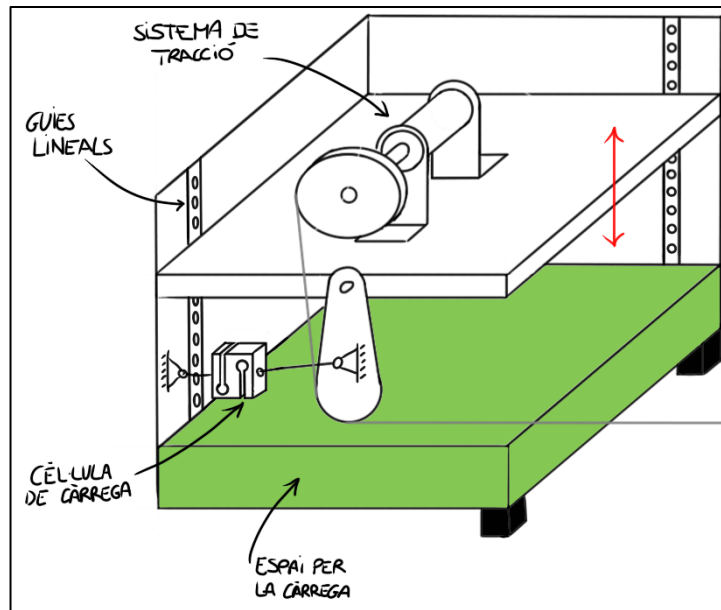
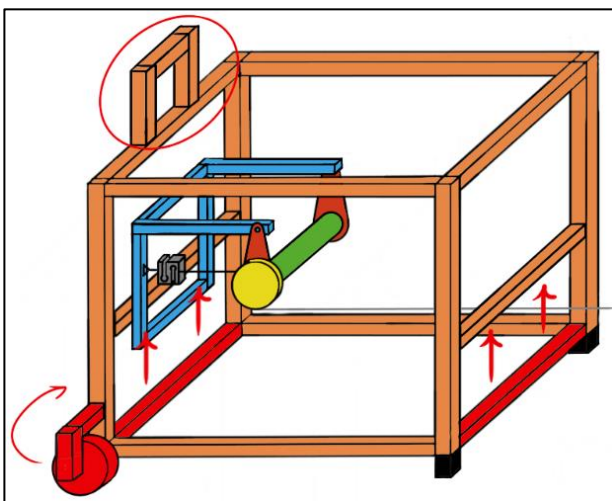


Figura 1.17. Esbós de la ubicació dels diferents elements de l'equip

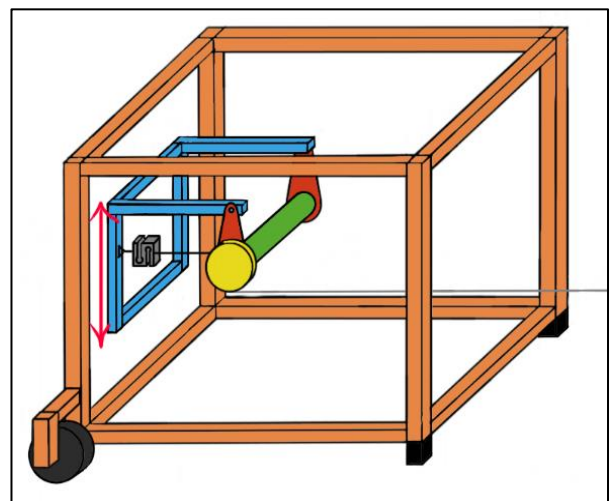
### 1.7.2. ESTRUCTURA EXTERNA O ESQUELET

L'estructura externa o esquelet, com ja s'ha definit en el disseny conceptual, serà l'encarregada de protegir els components interns de l'equip i donar suport a aquells elements que s'hi tinguin que acollar. Primerament, es planteja que aquesta estructura estigui formada per perfils quadrats de 50x50 mm i un gruix de 2,5-3 mm de paret, amb una disposició com la que es mostra en la *Figura 1.19*.

Finalment s'opta per canviar tots els perfils per uns de 40x40 mm i desplaçar la posició dels dos travessers de la part inferior més a dalt (*Figura 1.18*). També es decideix canviar la ubicació de les rodes per facilitar el seu transport i afegir una "U" en la part superior per poder-hi acollar un mànec telescòpic. En el punt "1.7.3 Ubicació de les rodes i del mànec telescòpic" s'explica més detalladament el perquè d'aquestes variacions



*Figura 1.18. Disposició final de l'esquelet*



*Figura 1.19. Disposició inicial de l'esquelet*

La decisió de canviar els perfils de 50x50 mm per uns de 40x40 mm es fa en base a dos motius:

- Reduir el volum del equip i en conseqüència disminuir el seu pes. D'aquesta manera també s'aconseguirà facilitar el seu transport.
- La càrrega que haurà de suportar l'esquelet no serà tan elevada com per a tenir que utilitzar aquests perfils més grans.

Com a resultat d'aquesta disminució del dimensionat dels perfils, a part dels dos punts ja mencionats, s'obtindrà una reducció en els costos de fabricació.

A més, per necessitats de disseny, es canviaran d'ubicació els dos travessers inferiors que es mostren amb vermell a la *Figura 1.18*. El travesser situat a la dreta de les dues figures es trobava al mig de la trajectòria del cable per traccionar el vehicle i, degut a aquest canvi, s'opta per desplaçar l'altre travesser a la mateixa alçada per així facilitar altres muntatges que s'explicaran més endavant.



### 1.7.3. UBICACIÓ DE LES RODES I DEL MÀNEC TELESCÒPIC

Tal i com s'ha esmentat en l'apartat anterior, les rodess'han canviat d'ubicació respecte el disseny inicial degut a un aspecte funcional. El que s'ha volgut aconseguir amb aquest canvi, es col·locar-les en una posició per a que sol actuïn quan es tingui que desplaçar l'equip. Quan aquest es trobi en repòs seran els tacs de plàstic els únics que estaran en contacte amb el terra, mentre les rodes es mantindran subjectes pel seu suport sense contactar amb aquest. En canvi quan es bolqui l'equip 60º respecte la base per a transportar-lo, les rodes seran les úniques que tocaran el terra, mentre els tacs es mantindran a l'aire.

Per facilitar aquest transport que es vol assolir amb el canvi d'ubicació de les rodes, també es muntarà un mànec telescòpic, que permetrà transportar l'equip com si d'una maleta de viatge es tractés. Degut a aquest mànec, s'afegeix en l'estructura de l'esquelet la "U" a la part superior.

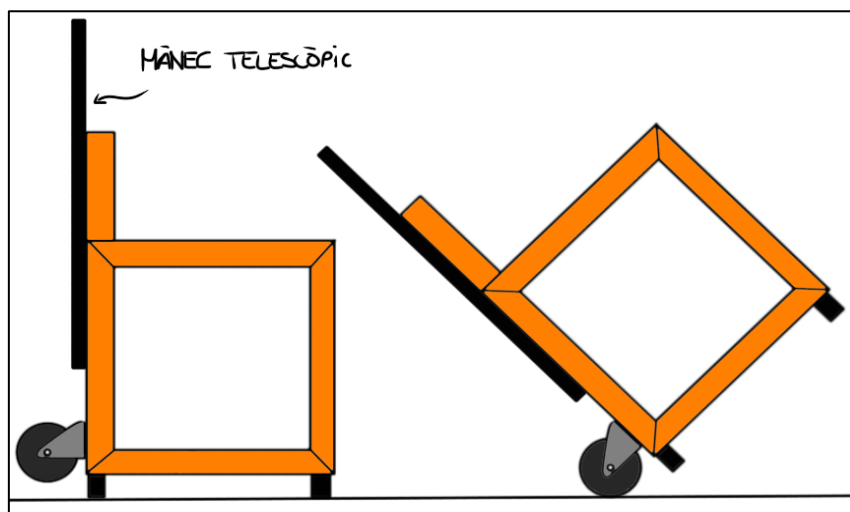


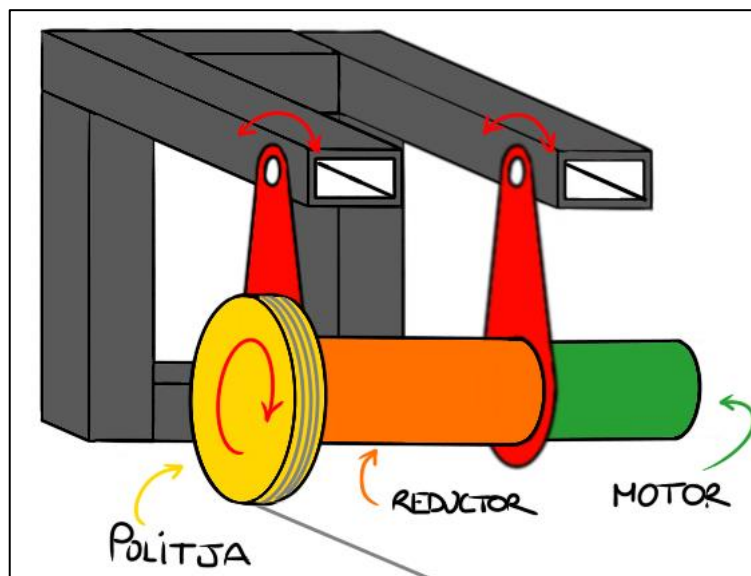
Figura 1.20. Representació de la funcionalitat de les rodes en repòs i en moviment



#### 1.7.4. SUPORT SISTEMA DE TRACCIÓ

El sistema de tracció és un dels punts més importants de tot l'equip, aquest haurà de treballar en les millors condicions possibles si es volen obtenir uns resultats fiables. Aquest haurà de permetre la regulació de la seva alçada per a poder actuar horitzontalment en diferents combinacions de vehicle i roda. En l'apartat "1.3.2. Estudis previs" s'explica perquè la força del cable ha d'actuar sempre horitzontalment respecte el paviment.

En els primers plantejaments es podia observar com tot aquest sistema es trobava a sobre d'una base que pujava i baixava segons les necessitats de l'estudi (*Figura 1.17*). Més endavant es planteja l'opció en la que el conjunt de motor, reductor i tambor es troben subjectats per dues xapes articulades sobre dos perfils quadrats. Aquest nou plantejament ens permetrà absorbir les possibles variacions en l'alçada d'actuació de la força de tracció degut als dos punts d'articulats (*Figura 1.21*).



*Figura 1.21. Plantejament del suport del sistema de tracció*

Finalment, degut a les dimensions del reductor, s'opta per posar un únic travesser de 50x50 mm que subjecti les dues xapes encarregades de sostenir-lo (*Figures 1.21-1.22*). Aquest és un dels punts que s'adaptaran a les dimensions dels components que es reutilitzen per aquest projecte, tal i com es demanava en els requeriments mediambientals.

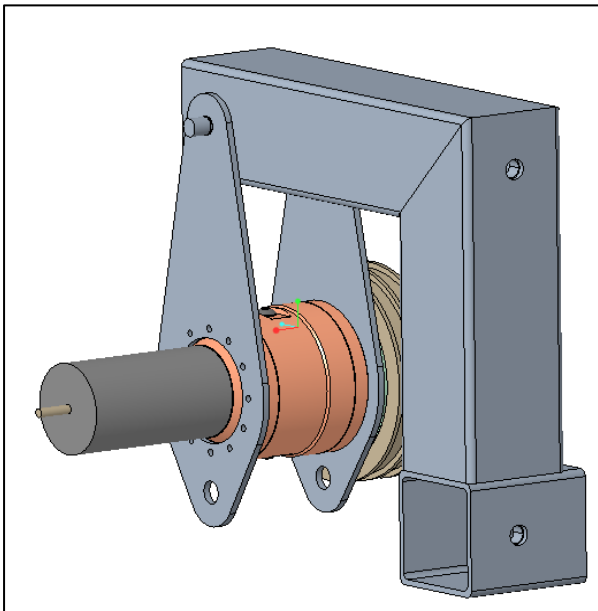


Figura 1.22. Vista posterior-lateral del conjunt de tracció

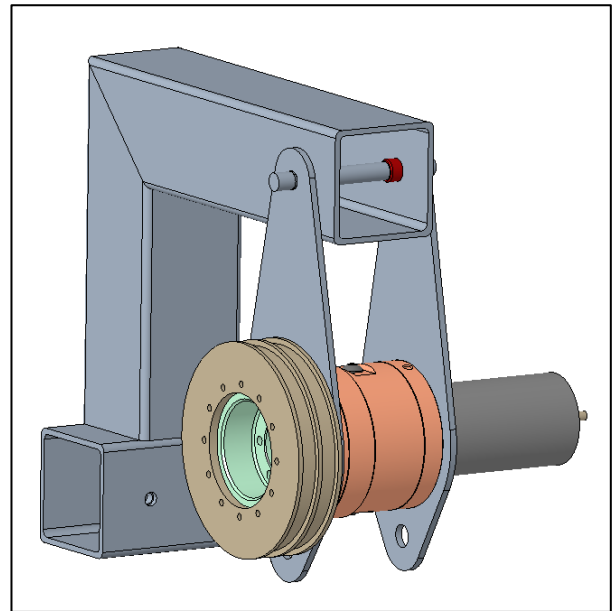


Figura 1.23. Vista frontal-lateral del conjunt de tracció

Seguint amb el disseny d'aquest suport, es faran dos orificis en la part posterior i es soldaran dues femelles de M8. Mitjançant uns cargols, s'unirà tot aquest suport amb la xapa encarregada de regular l'alçada des de la que s'haurà de traccionar el vehicle (Figura 1.24). A més, es fan 3 forats addicionals:

- Un al que s'hi soldarà una femella de M5 que s'utilitzarà d'unió per la cèl·lula de càrrega
- Dos de passants per col·locar-hi un buló que subjectarà les dues xapes de suport del conjunt motor-tambor.

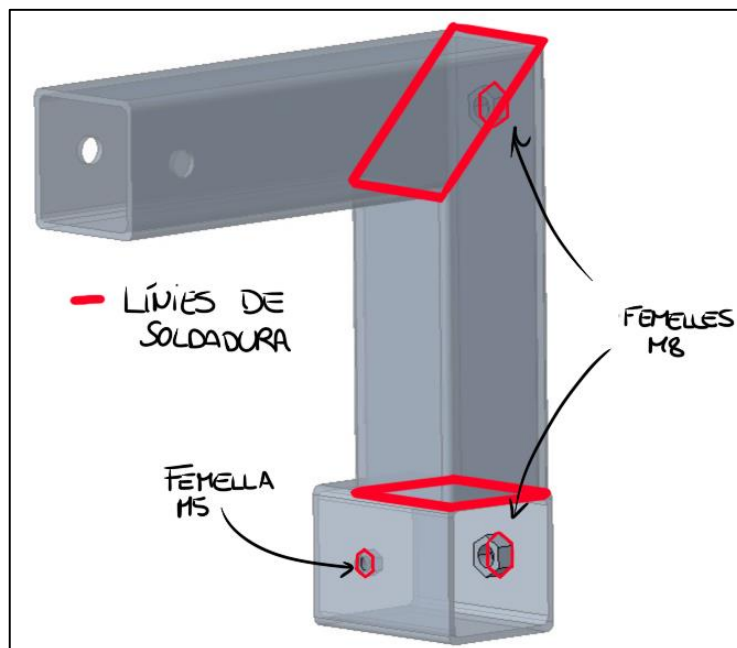


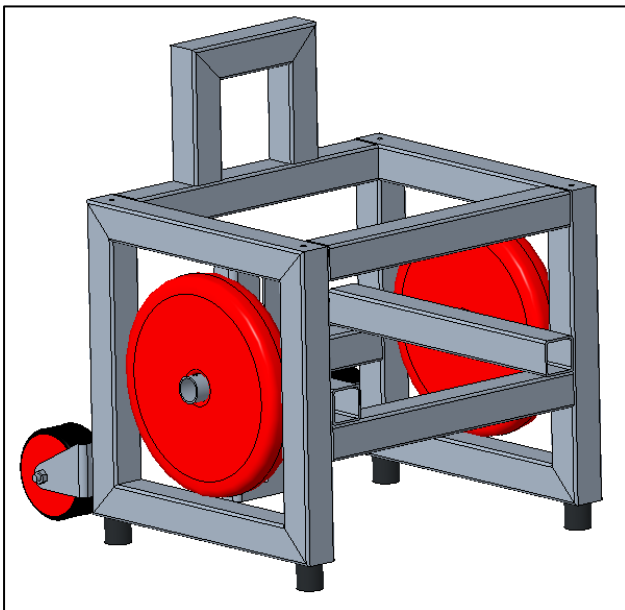
Figura 1.24. Vista en perspectiva del suport del sistema de tracció



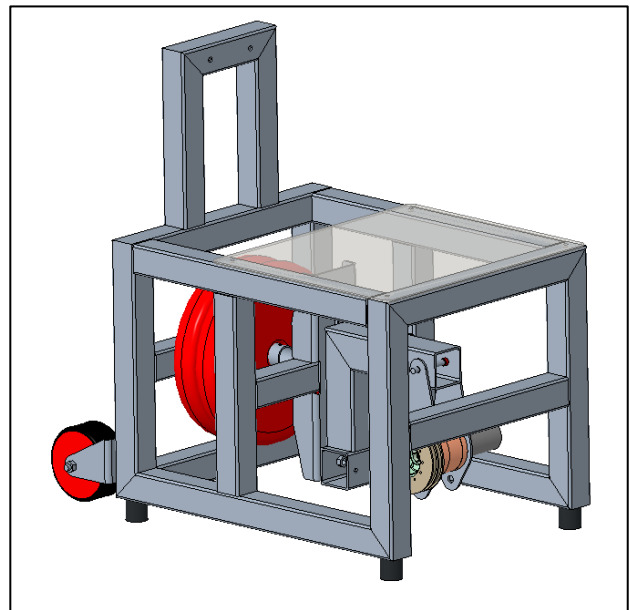
### 1.7.5. UBICACIÓ DEL CONTRAPÈS

Com es pot observar en la *Figura 1.17* inicialment s'havia plantejat situar el contrapès en la part inferior de l'equip, però un cop estudiat el sistema i tenint en compte que el cable de tracció ha d'actuar a unes alçades molt pròximes al terra, aquest plantejament inicial resulta inviable. Es per això que es plantegen dues opcions diferents:

- Col·locar els contrapesos en els laterals del equip, d'aquesta manera també es reduiran les dimensions de tot el conjunt (*Figura 1.25*)
- Col·locar els contrapesos en la part posterior d'aquest (*Figura 1.26*).



*Figura 1.25. Contrapesos situats als laterals de l'equip*



*Figura 1.26. Contrapesos situats a la part posterior de l'equip*

Tenint en compte els avantatges que ens ofereix l'opció de posar els contrapesos ens els laterals, s'acaba descartant l'altre plantejament.

Alguns d'aquests avantatges són:

- La utilització de menys perfils quadrats i per conseqüència la reducció de costos
- Un centre de gravetat del conjunt més centrat
- La facilitat per ajustar les alçades del sistema de tracció. D'aquesta manera es té més espai per col·locar-hi la mà i treballar per darrera.

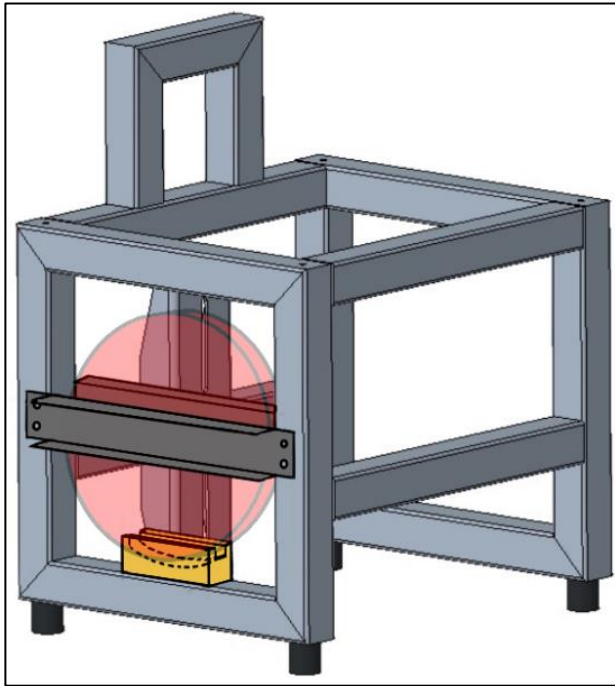




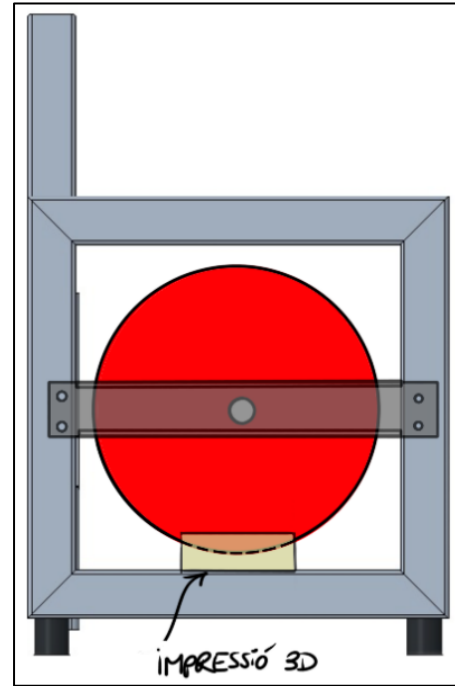
Abans d'arribar a la solució que es mostra en la *Figura 1.25*, es plantegen dos camins diferents per situar la càrrega en el lateral de l'equip:

- **Suport inferior amb impressió 3D**

Aquest sistema es basa en un suport dissenyat amb la impressora 3D, que tindria una guia en el seu interior sobre la que reposaria la pesa. També s'hi afegirien dues xapes plegades per evitar el moviment d'aquest tal i com es mostren en les *Figures 1.27-1.28*.



*Figura 1.27. Vista en perspectiva del conjunt amb l'alternativa del suport amb impressió 3D*



*Figura 1.28. Vista lateral del conjunt amb l'alternativa del suport amb impressió 3D*

Aquesta opció es descarta per dos motius:

- La pesa de 10 kg té una amplitud de 39 mm i per tant necessita una guia amb la mateixa amplada o superior. Tal i com es mostra en la *Figura 1.29* aquesta peça tindria una amplada de 55 mm, superior a l'amplitud del perfil quadrat provocant que aquesta sobresurti pels costats
- Les dues xapes que s'haurien de col·locar necessitarien un plec per evitar la seva flexió i per tant, també sobresortirien de l'esquelet de la caixa. A part estarien fixades amb uns cargols que s'haurien de posar i treure cada cop que es volgués retirar els contrapesos.

No són uns factors que afectin molt o siguin impossibles de realitzar però l'opció escollida és més òptima en aquest sentit, i possiblement més econòmica.

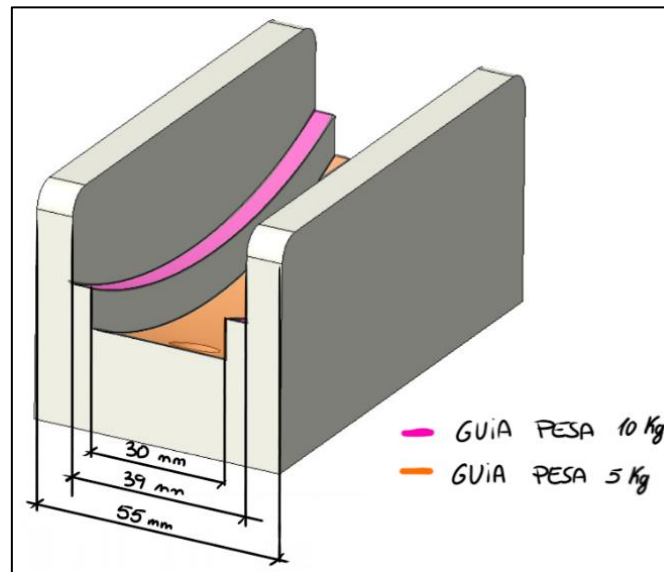


Figura 1.29. Representació del suport amb impressió 3D

- Posar dues xapes en diagonal com a encaix

Aquest altre disseny es basa en posar dues xapes en forma de "U", amb una escuma en el seu interior, sobre les que es recolzaran les peses (Figures 1.30-1.31).

Degut a les dimensions que es tenen, resulta molt complicat utilitzar aquest mètode perquè provocaria una col·lisió amb els travessers horitzontals. A més a més, no oferia prou estabilitat i resultava força complicat col·locar i treure la pesa. Per aquests motius també es descarta aquesta opció.

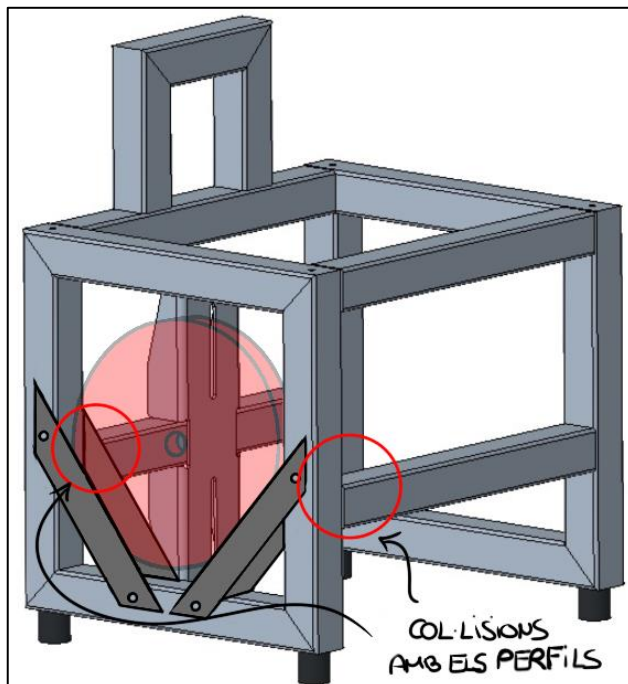


Figura 1.30. Vista en perspectiva del conjunt amb l'alternativa de les xapes i l'escuma

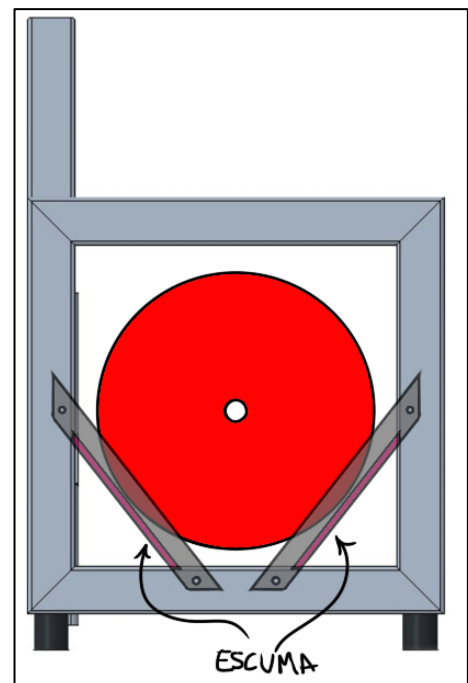
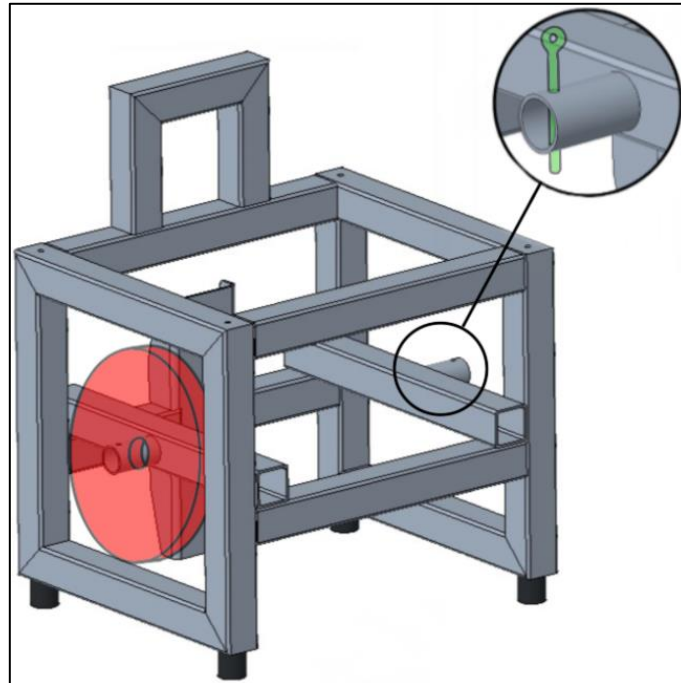


Figura 1.31. Vista lateral del conjunt amb l'alternativa de les xapes i l'escuma



Finalment s'opta per l'opció mostrada en la *Figura 1.25*. Aquest últim disseny es basa en un perfil circular que estarà soldat en la part central del perfil quadrat. La pesa, mitjançant el seu forat, es col·locarà sobre el perfil circular fent-lo passar pel seu centre. Aquests perfils circulars tindran uns orificis en els seus extrems per col·locar-hi un passador i evitar que les peses es puguin desplaçar cap a fora (*Figura 1.32*).



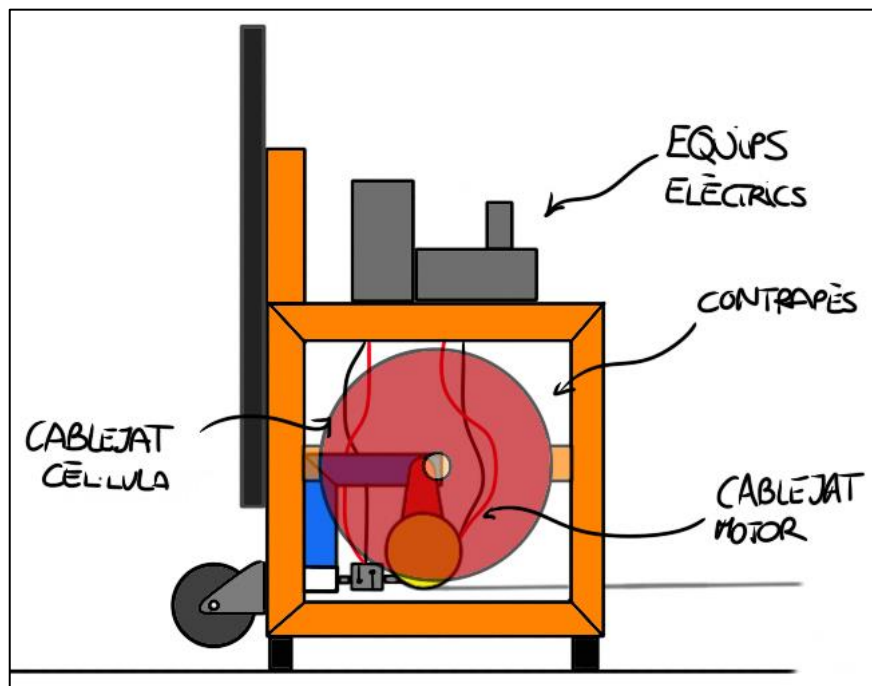
*Figura 1.32. Representació en perspectiva de la solució adoptada en l'equip*



### 1.7.6. UBICACIÓ DELS EQUIPS ELÈCTRICS

S'ha optat per ubicar els components elèctrics en la part superior del equip. Aquests es situaran sobre una xapa de metacrilat amb uns orificis que permetin baixar els cables de connexió de la cèl·lula i el motor (*Figura 1.33*). Així doncs, la idea inicial de que tot aquest sistema de tracció juntament amb els seus component elèctrics es trobés sobre una base mòbil, ha quedat totalment descartada.

Si s'escau, més endavant es podria dissenyar un cub de metacrilat per protegir tots aquests equips elèctrics. Veure apartat "1.10.2.4. Protecció equips elèctrics".



*Figura 1.33. Vista lateral de la ubicació dels components elèctrics en l'equip*



### 1.7.7. ROSQUES REBLONADES I FEMELLES SOLDADES

Un altre punt que s'haurà d'analitzar és el de les unions rígides entre els diferents elements (suport rodes, mànec telescòpic, tacs de goma...) i l'esquelet principal de l'equip. Anteriorment ja s'ha comentat que les femelles que es troben en el suport de tracció estaran soldades per la necessitat de tenir més precisió en aquest element de l'equip. Es per això, que per la resta d'unions es faran mitjançant unes rosques reblonades, un sistema que evitarà tota la feina de la soldadura i oferirà uns resultats igual d'òptims



Imatge 1.11. Col·locació de les rosques reblonades



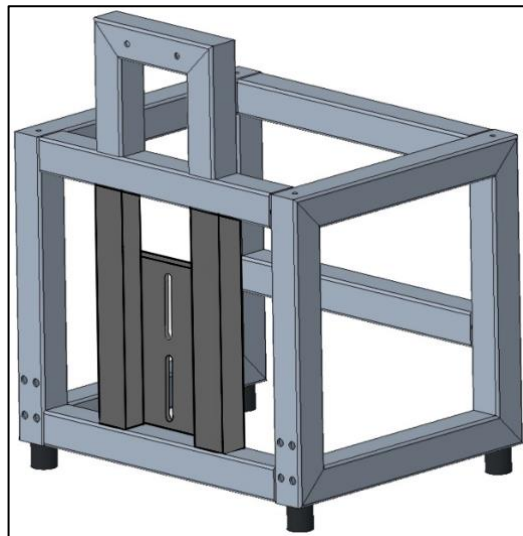
Imatge 1.12. Rosques reblonades ja col·locades en l'esquelet



### 1.7.8. XAPA DE REGULACIÓ

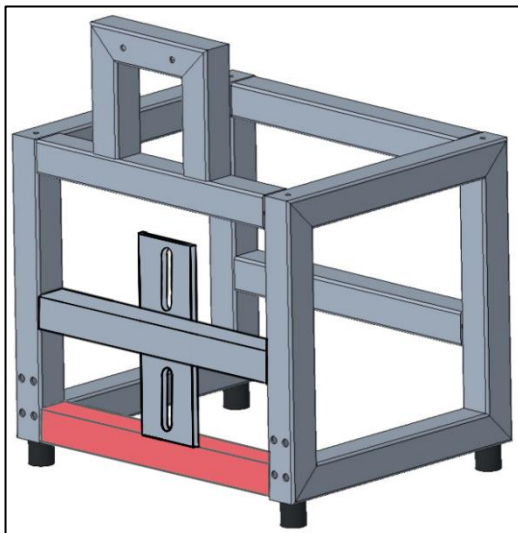
La xapa de regulació de l'alçada s'ha anat modificant respecte el plantejament inicial, i per tant, s'han anat prenent unes decisions a mesura que l'equip avançava en el seu disseny. De fet, inicialment aquesta xapa no s'havia tingut en compte, però un cop realitzat el canvi en el sistema de tracció, va sorgir la necessitat del seu disseny per a poder fer aquesta regulació.

El primer plantejament es basava en dos perfils quadrats verticals i una xapa soldada al mig, amb dos col·lissos que permetessin ajustar tot el conjunt on convingués (*Figura 1.34*). Aquest sistema es va tenir que descartar un cop decidit que els dos travessers horitzontals inferiors, s'haurien de desplaçar més a dalt per necessitats de funcionament. Veure "1.7.2. Estructura externa o esquelet"

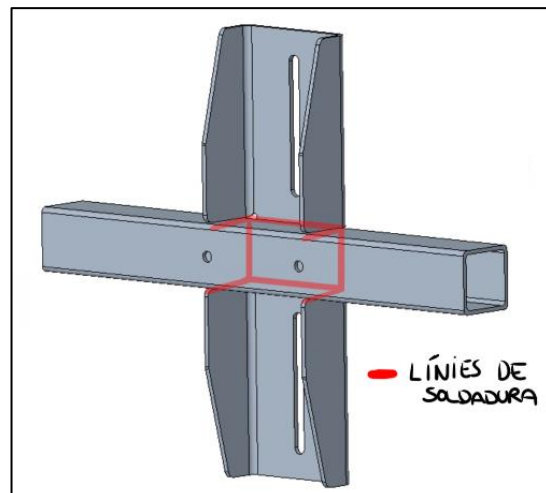


*Figura 1.34. Primer plantejament per la xapa reguladora de l'alçada*

El nou sistema de regulació serà molt similar al plantejat anteriorment però amb alguns canvis en la xapa. Tal i com es mostra en la *Figura 1.35*, al haver desplaçat els travessers més a dalt necessitem soldar la xapa sobre un únic perfil quadrat. Es per això, que es decideixen fer uns plecs a la xapa. D'aquesta manera evitem qualsevol flexió en els seus extrems i incrementarem la superfície de soldadura sobre el perfil quadrat (*Figura 1.36*).



*Figura 1.35. Nou plantejament de la xapa reguladora de l'alçada*



*Figura 1.36. Representació del perfil i la xapa soldada*





### 1.7.9. CÈL·LULA DE CÀRREGA

La cèl·lula de càrrega serà l'encarregada de mesurar la força de tracció del cable, que s'estarà realitzant mentre es produeix el moviment. És un dels elements més importants de tot el conjunt i la seva col·locació també ho haurà de ser si es volen obtenir unes mesures correctes. Al tractar-se d'un sistema mòbil, la cèl·lula també tindrà que moure's conjuntament amb la resta dels elements. Es per això, que s'ha optat per el següent disseny (Figura 1.37)

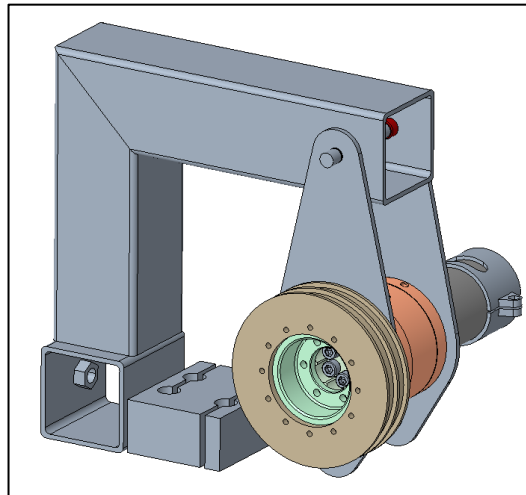


Figura 1.37. Vista en perspectiva del conjunt de tracció amb la cèl·lula de càrrega

- La cèl·lula es situarà entre el suport del conjunt de tracció i el propi conjunt de tracció (tambor-reductor-motor)
- Com s'ha mostrat en l'apartat "1.7.4 Suport sistema de tracció", la cèl·lula s'unirà mitjançant la femella de M5 de la part inferior
- Les xapes encarregades de subjectar el conjunt tambor-reductor-motor s'han dissenyat per tal de suportar un buló on unirem l'altre costat de la cèl·lula de càrrega (Figura 1.38)
- Tot el conjunt s'ha dissenyat per tal de mantenir la línia d'actuació de la cèl·lula sobre un únic eix (Figura 1.38)
- Els punts d'actuació de la força de tracció del cable i de la cèl·lula s'han aproximat el màxim possible per minimitzar moments flectors en tot el conjunt (Figura 1.39)

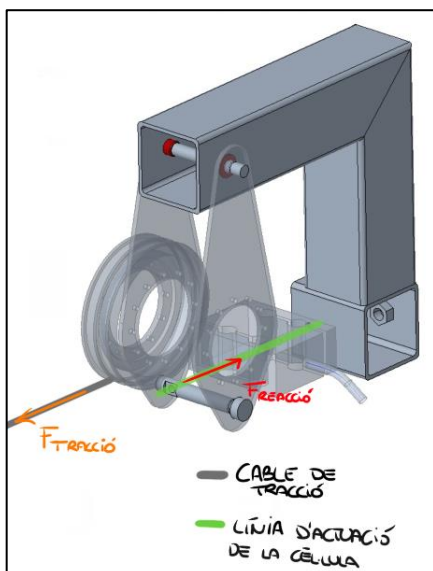


Figura 1.38. Representació de tot el conjunt i de les línies d'actuació de les forces

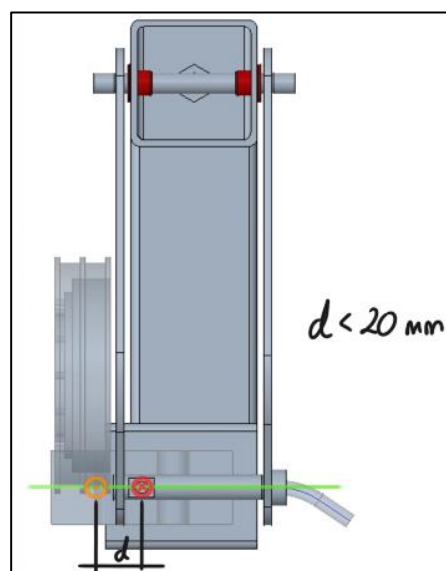


Figura 1.39. Vista frontal del conjunt

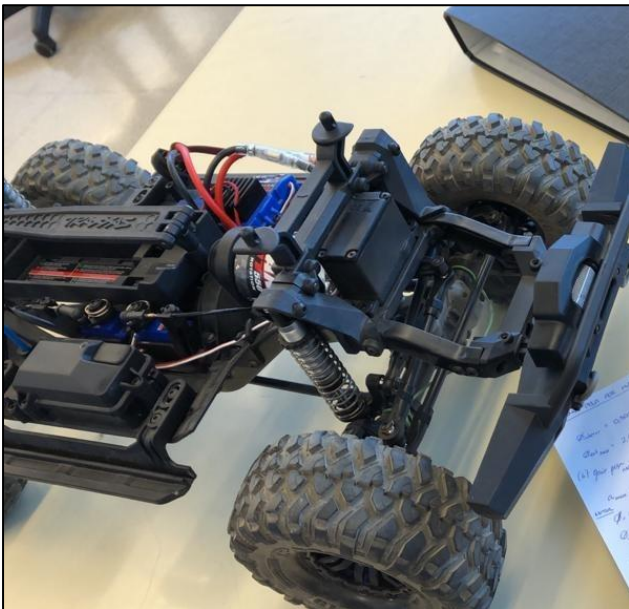


### 1.7.10. MESURA DE LA VELOCITAT

Juntament amb la cèl·lula de càrrega, la mesura de les velocitats del motor i del vehicle quan l'equip es trobi en funcionament també serà molt important. És per això que en aquest punt es plantejarà on i com fer aquestes mesures.

El primer pas va ser analitzar el vehicle i definir quin seria el millor punt des d'on fer aquest control. Com es pot apreciar en les *Imatges 1.13-1.14*, l'espai del que es disposava en el vehicle era molt reduït, un aspecte que complicava molt la tasca de poder mesurar la velocitat en el seu interior. Finalment es va optar per utilitzar un sensor òptic, mitjançant un díode d'unes dimensions bastant reduïdes, i dissenyar un suport mitjançant la impressió 3D. Aquest suport s'encarregaria d'abraçar el motor i mantenir el díode en una posició en concret per poder fer aquestes lectures

A més, s'incorporarà un disc amb ranures al rotor del motor per a fer la lectura de la seva velocitat de gir, com en un encòder.



*Imatge 1.13. Vista del interior del vehicle*



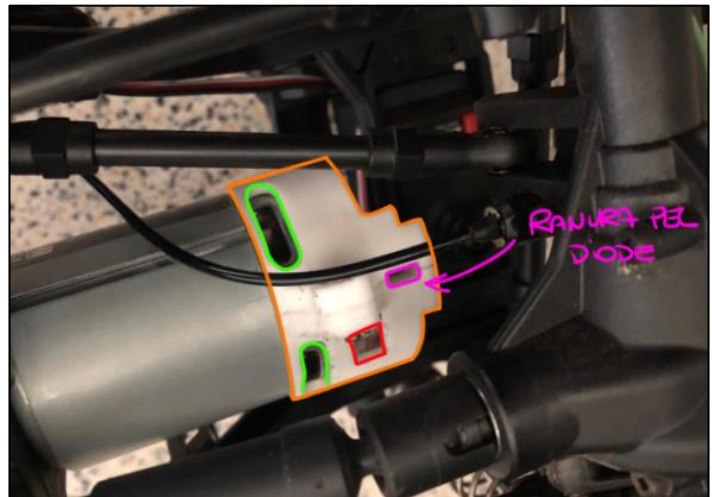
*Imatge 1.14. Vista inferior dels components del vehicle (motor, transmissions,...)*



Un cop mesurades aquestes dimensions, es dissenya i s'imprimeix el suport del díode i es comprova que aquest no impacta amb cap altre component del vehicle (*Imatges 1.15-1.16*)



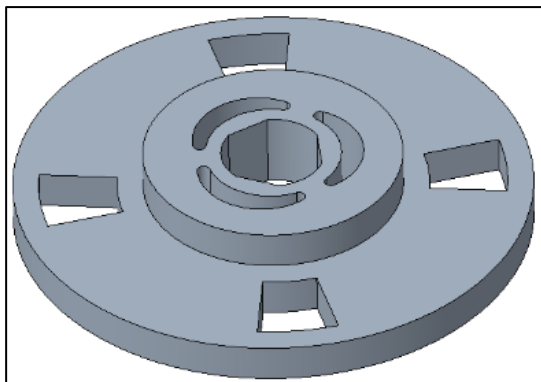
*Imatge 1.15. Motor del vehicle amb el suport*



*Imatge 1.16. Motor del vehicle amb el suport*

El funcionament del mesurador de velocitats és el següent:

- El motor té un eix al que se li acolla un disc que anomenarem disc de velocitats amb unes petites ranures en la part externa (*Figura 1.40*)
- El díode es situarà en la ranura que s'ha dissenyat en el suport, de manera que el disc de velocitat passarà entre les dues potes d'aquest (*Figura 1.41*)
- Quan el motor estigui en funcionament, el disc de velocitat girarà simultàniament. Amb el díode obtindrem una senyal que ens permetrà conèixer el nº de quarts de volta girats en un cert temps (*Figura 1.41*)
- Coneixent la relació de transmissió que hi ha entre els diferents elements en el cotxe, podrem conèixer la velocitat angular en les rodes.



*Figura 1.40. Roda de velocitats*



*Imatge 1.17. Meitat del suport després de mecanitzar-lo*



Per mesurar la velocitat del motor encarregat de traccionar el cable en l'equip, utilitzarem la mateixa metodologia i es dissenyarà un nou suport que se li adapti. Però el funcionament de lectura serà exactament el mateix en ambdós motors.

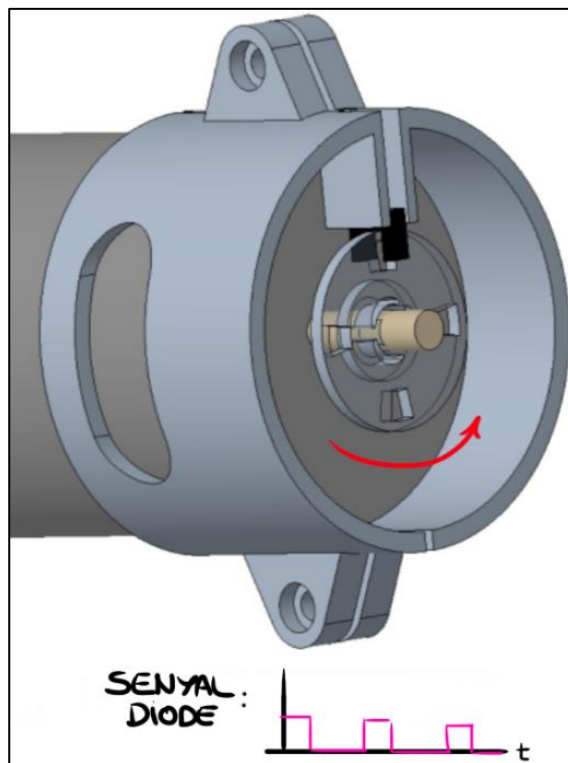


Figura 1.41. Ubicació i funcionament del lector de velocitats



### 1.7.10.1. RELACIÓ DE TRANSMISSIÓ

Com s'ha especificat anteriorment, és important conèixer la relació de transmissió que hi ha en el vehicle, per tal de quantificar la velocitat angular en les rodes a partir de la velocitat en el motor. Tenint en compte que la relació de transmissió és defineix com:

$$\tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n^\circ \text{ de voltes}_2}{n^\circ \text{ de voltes}_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

On:

$\omega_2 \rightarrow$  Velocitat angular de sortida

$\omega_1 \rightarrow$  Velocitat angular d'entrada

$n^\circ \text{ de voltes}_2 \rightarrow$  Número de voltes en la sortida

$n^\circ \text{ de voltes}_1 \rightarrow$  Número de voltes en l'entrada

$z_1 \rightarrow$  Número de dents en l'entrada

$z_2 \rightarrow$  Número de dents en la sortida

La primera transmissió es troba entre el motor i una roda dentada (*Figura 1.42/ Imatge 1.18*). Es compten les dents de cada element i es calcula:

$$\tau_1 = \frac{z_{1,1}}{z_{1,2}} = \frac{11}{45} = 0,244$$

Seguidament hi ha una relació entre aquesta roda i els eixos de transmissió (*Figura 1.43*). Degut a la impossibilitat de comptar les dents en aquest engranatge, es compten el número de voltes en l'entrada i la sortida.

$$\tau_2 = \frac{n^\circ \text{ de voltes}_{2,2}}{n^\circ \text{ de voltes}_{2,1}} = \frac{1}{2} = 0,5$$

La transmissió entre els eixos i els diferencials també impossibilita fer el recompte de dents en l'engranatge i s'utilitza el mateix mètode que en el cas anterior (*Figura 1.43/ Imatge 1.19*).

$$\tau_3 = \frac{n^\circ \text{ de voltes}_{3,2}}{n^\circ \text{ de voltes}_{3,1}} = \frac{10}{31} = 0,323$$

I per últim, es troba la transmissió del diferencial a les rodes (*Figura 1.43/ Imatge 1.20-1.21*).

$$\tau_4 = \frac{z_{4,1}}{z_{4,2}} = \frac{9}{23} = 0,391$$

Un cop conegudes les diferents relacions de transmissió entre tots els elements, es pot conèixer la relació de transmissió total de tot el conjunt.

$$\tau_T = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$$

$$\tau_T = 0,244 \cdot 0,5 \cdot 0,323 \cdot 0,391 = 0,0154$$



Imatge 1.18. Transmissió 1



Imatge 1.19. Transmissió 3

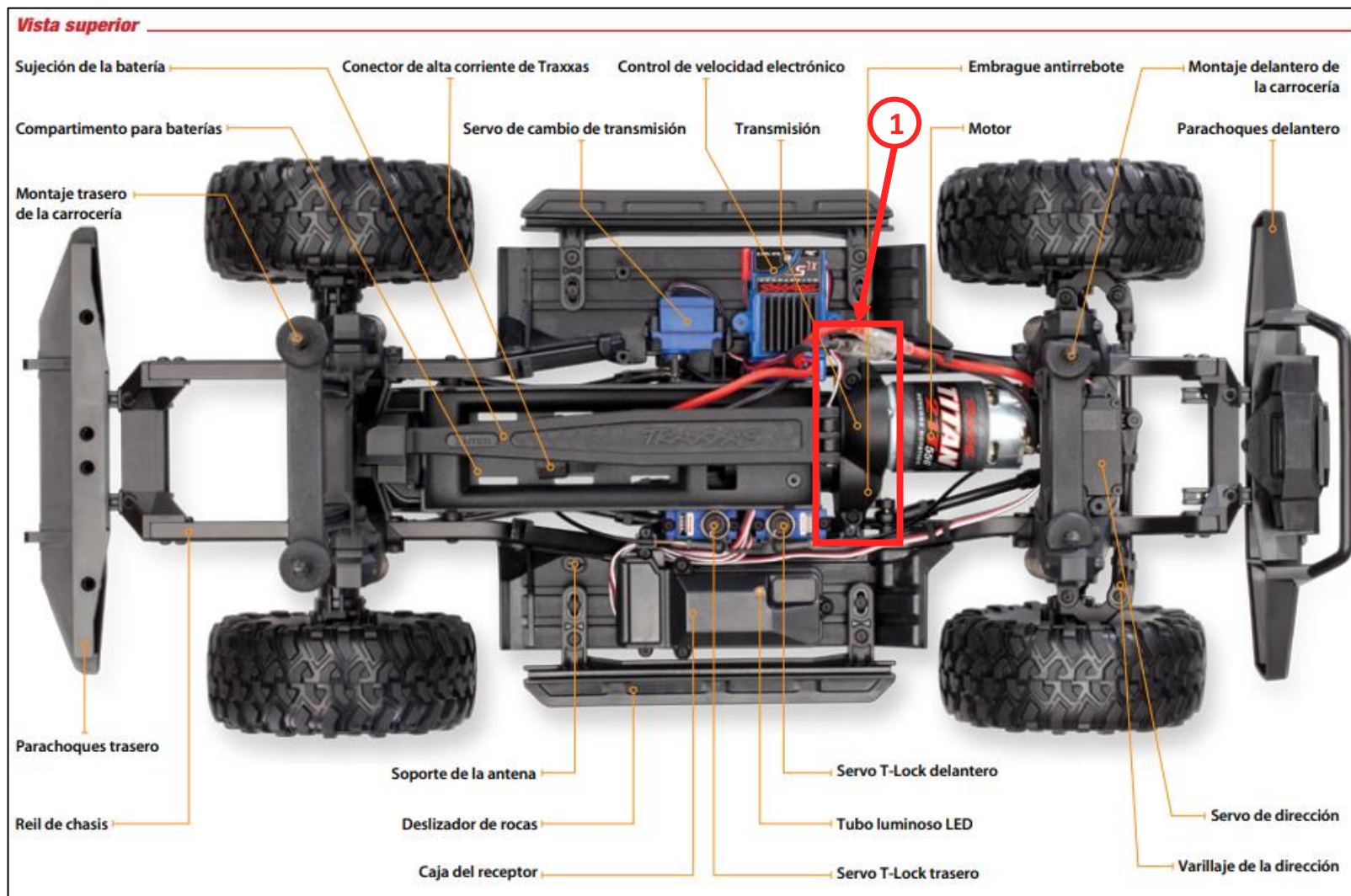


Imatae 1.20. Motor i transmissió 4



Imatge 1.21. Transmissió 4





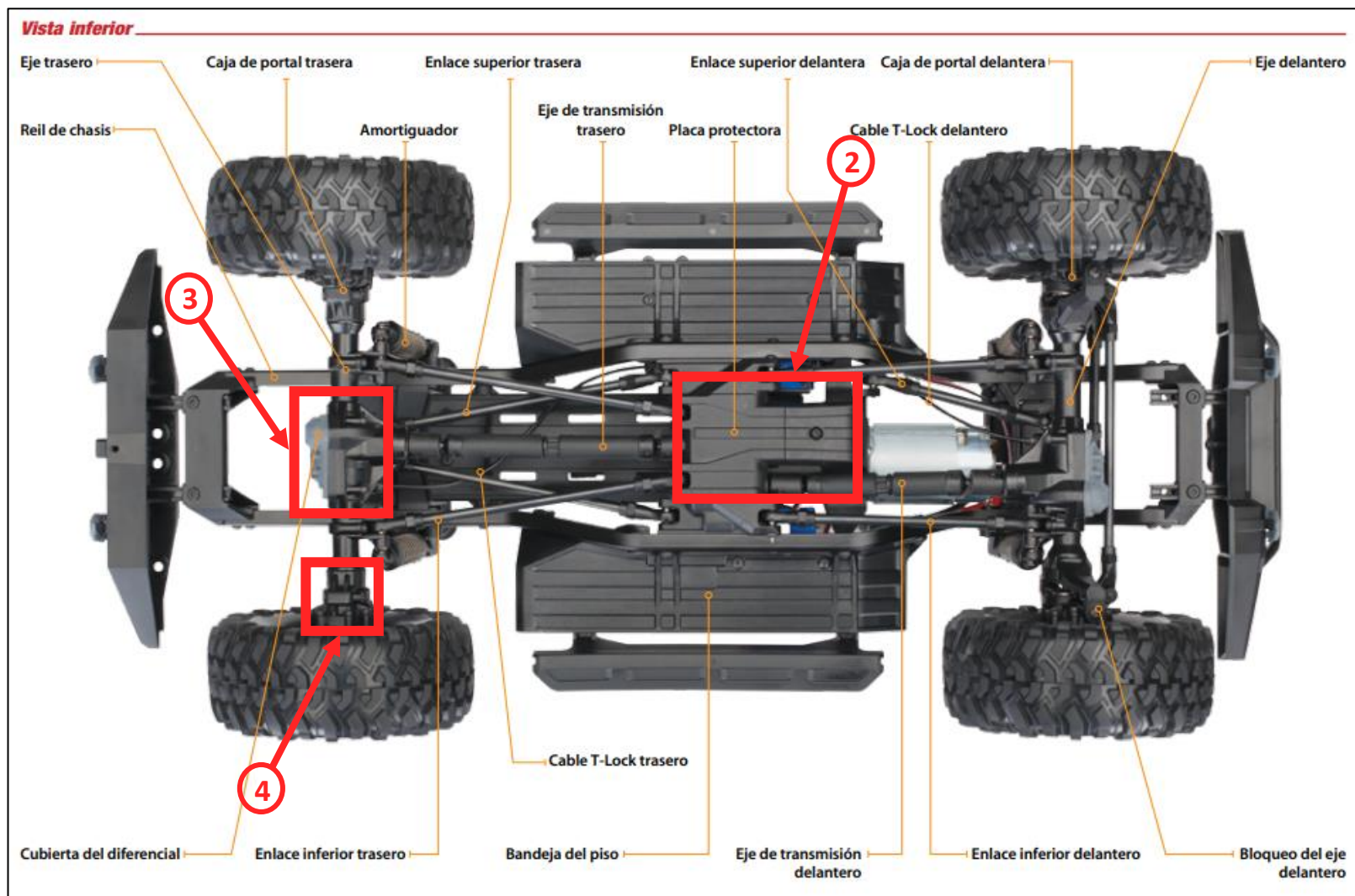


Figura 1.43. Vista inferior dels components del vehicle

### 1.7.11. ARTICULACIONS I UNIONS MÒBILS

Com s'ha pogut apreciar en apartats anteriors, tot el conjunt de tambor-reductor-motor està subjectat per dues xapes unides al xassís en un eix articulat. És important que aquesta articulació tingui la mínima fricció possible per no donar lectures errònies en la cèl·lula de càrrega. Es per aquest motiu, que es decideix muntar-hi uns coixinets comercials que ofereixin uns coeficients de fricció molt baixos (Figura 1.44-1.45).

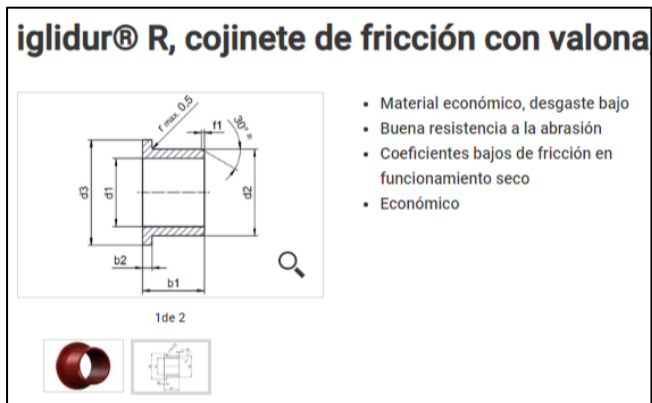


Figura 1.44. Característiques i dimensions dels coixinets

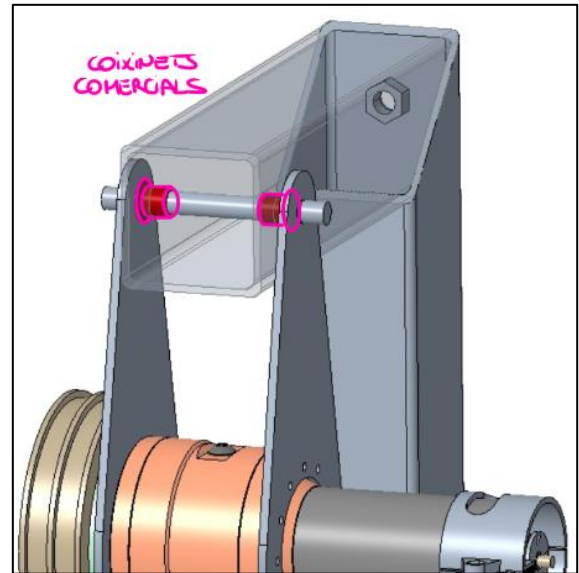


Figura 1.45. Vista perspectiva de l'eix articulat

En canvi, per la unió entre les rodes i el seu suport es decideix dissenyar i fabricar uns coixinets mitjançant la impressió 3D. El que volem destacar és la diferència de necessitats entre les dues unions, una en la que es demanen altes prestacions (coeficients de fricció baixos) i l'altra en que únicament es necessària la seva funcionalitat.

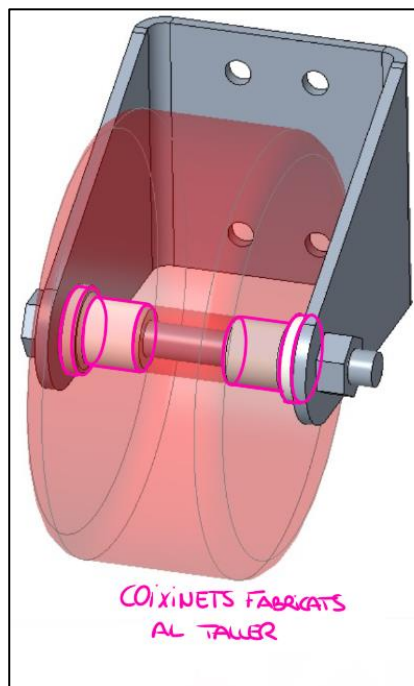
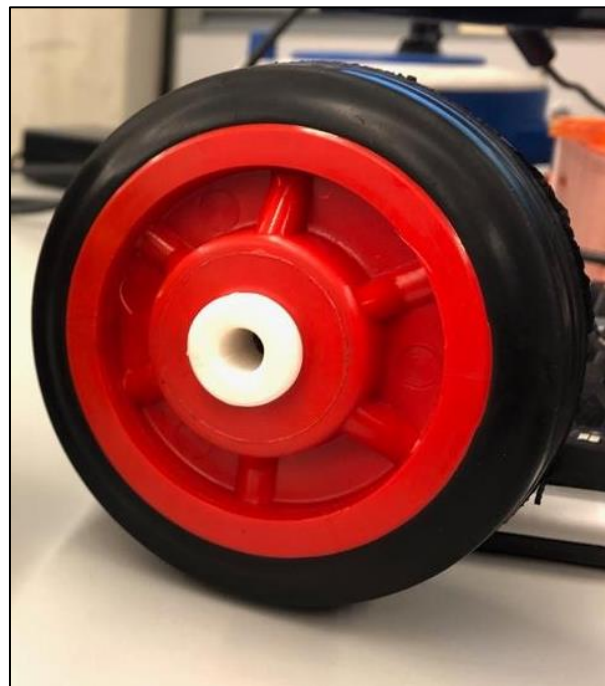


Figura 1.46. Vista en perspectiva de l'eix de les rodes i la xapa que els suporta



Imatge 1.22. Coixinets amb impressió 3D i roda





### 1.7.12. SUPORT EQUIPS ELÈCTRICS

Els equips elèctrics, que s'encarregaran de controlar i fer funcionar l'equip, com ja s'ha mencionat anteriorment aniran ubicats a la part superior de l'equip. És per aquest motiu, que serà necessari dissenyar una base que s'acollirà a l'esquelet i sobre la que es col·locaran aquests components.

Aquest és un dels punts que s'ha vist afectat per les noves planificacions i únicament s'ha pogut plantejar el seu disseny sense la fabricació posterior. Es desconeix si el disseny assolit podria presentar algun problema un cop muntat. Malgrat això, es presentarà la solució escollida i en l'apartat de les millores, es plantejarà com solucionar aquests problemes que podria presentar el disseny escollit.

S'ha optat per fer aquesta base de metacrilat. Un material lleuger, resistent als impactes i que es pot perforar, llimar i tallar fàcilment amb l'ús d'eines mecàniques. A més a més, l'opció escollida és econòmicament viable i permetrà el seu mecanitzat al propi laboratori mitjançant la fresadora de 2 eixos de la que es disposa. S'ha optat per un metacrilat transparent amb un gruix de 6 mm, per evitar les possibles flexions degut al pes dels components elèctrics. En el disseny no s'han plantejat els forats per passar-hi el cablejat, ja que degut a la seva facilitat de mecanitzat, serà més òptim fer-los un cop la bateria, el regulador i els altres components estiguin ubicats on pertoquei.

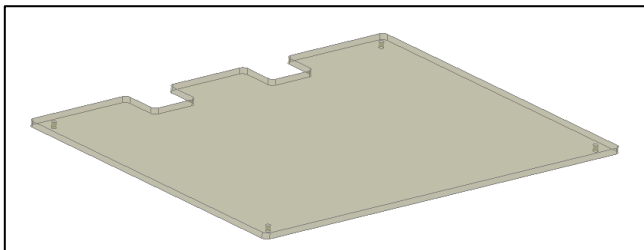


Figura 1.47. Base de metacrilat per component elèctrics

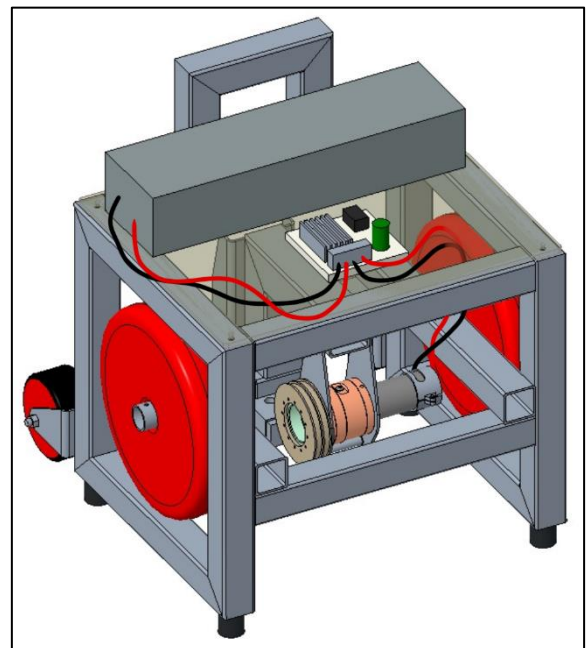


Figura 1.48. Vista perspectiva de l'equip amb components elèctrics





### 1.7.13. COMPONENTS EQUIPS ELÈCTRICS

Un cop finalitzat el disseny mecànic de tot el conjunt, serà necessari definir quins components elèctrics seran els encarregats de fer-lo funcionar. Com ja s'ha mencionat anteriorment en l'abast, en aquest apartat sol es farà una recerca d'informació de quins són els components necessaris per aportar l'energia al motor i els necessaris per controlar el seu correcte funcionament.

#### 1.7.13.1. BATERIA

La bateria serà l'element encarregat de transmetre l'energia necessària al motor pel seu funcionament. Aquesta bateria haurà de tenir unes prestacions segons el motor escollit. En l'apartat "2.4.1. Dades motor MAXON Re40" dels annexes es poden veure quines són les característiques principals d'aquest motor, però per l'elecció de la bateria, solament és tindran en compte aquelles que afectaran a nivell elèctric:

- Potència assignada: 150 W
- Voltatge nominal: 24 V
- Corrent en repòs: 137 mA
- Corrent d'arrancada: 75,9 A
- Corrent continua màxima: 6 A
- Potència màxima amb voltatge nominal: 440W

Així doncs, un cop conegudes les característiques elèctriques del motor, es podrà començar a fer una recerca en el mercat entre les diferents opcions que s'ofereixen. Les característiques elèctriques del motor no serà l'únic condicionant per la elecció de la bateria, sinó que també es tindrà en compte l'espai del que es disposa en l'equip. Tenint en compte tots aquets requisits, s'acaba escollint una bateria de bicicleta elèctrica. El model de bateria seleccionat ofereix les següents prestacions.

- Tensió nominal: 36V
- Capacitat: 10Ah
- Potència aplicable 200W-350W
- Corrent de descàrrega màxim: 15A
- Dimensions: 391x109x76 mm



Figura 1.49. Model de la bateria



### 1.7.13.2. REGULADOR PWM

El regulador PWM, serà l'element encarregat de variar el voltatge que aportarà la bateria, per tal de permetre al usuari regular la velocitat amb la que estarà treballant el motor de l'equip. Les sigles PWM signifiquen pulse-width modulation que traduït al català seria "*modulació per amplada de polses*". Aquest component electrònic s'encarrega de modificar el cicle de treball d'una senyal o font d'energia. És a dir, la modulació per amplada de polses es basa en transformar una senyal continua (ex: els 24V procedents de la bateria), en una de discontinua *Figura 50*.

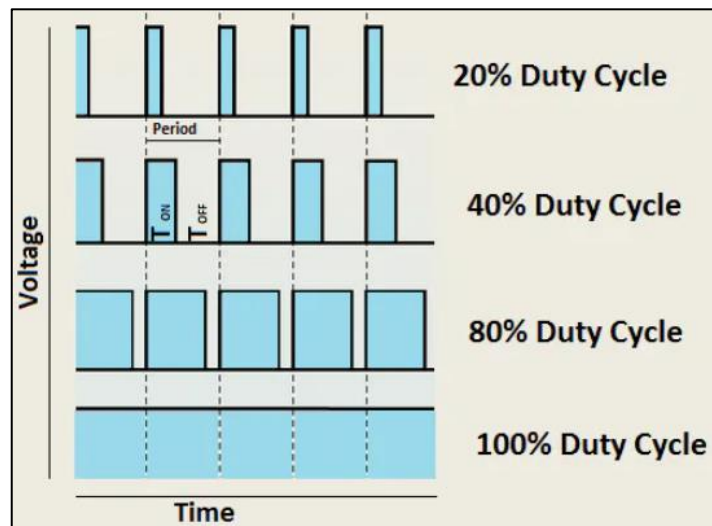


Figura 1.50. Gràfics del voltatge en funció del temps amb un regulador PWM

El que s'aconsegueix amb aquets cicles de treball és establir quantitats que es troben entre la potència màxima i el apagat. L'aplicació de la potència màxima durant períodes de temps curts, no causa cap problema en la pràctica. De fet el regulador PWM permet que es puguin aplicar potències màximes superiors a les que es podrien aplicar sense ell. A més, aquest sistema PWM no afecta al parell produït pel motor com si que passava en d'altres alternatives per la regulació de velocitats. En resum, el que permetrà el regulador PWM es adaptar la potència que oferirà la bateria a les condicions de treball que es necessitin.

Un cop familiaritzats amb la teoria que hi ha darrera d'aquest component electrònic, tocarà escollir-ne un que s'adapti a les nostres necessitats. A continuació es mostren les prestacions del regulador PWM escollit:

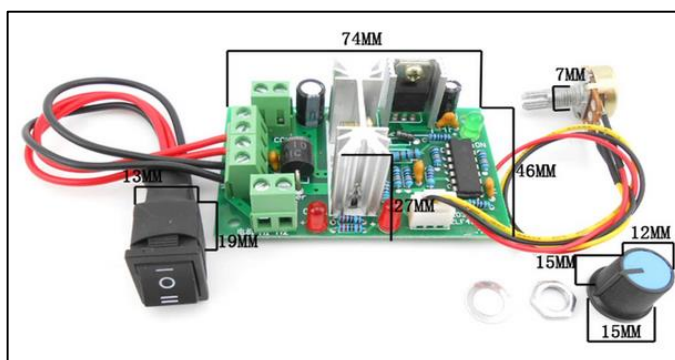


Figura 1.51. Regulador de velocitats PWM

- Voltatge entrada: 12-36V
- Intensitat de sortida: 6 A
- Interruptor de velocitat amb funció de control de marxa endarrere
- Dimensions: 74x46x28 mm



### 1.7.13.3. SELECCIÓ DEL CABLEJAT

Després d'haver escollit els dos elements principals que formaran part dels components elèctrics i electrònics, serà necessari definir quin cablejat s'encarregarà de fer les unions entre ells.

Per fer aquesta elecció s'hauran de tenir presents fins a 5 característiques:

1. **Quants conductors s'hauran d'utilitzar** → En aquest cas amb un cable paral·lel o inclús dos d'individuals seran suficients per treballar com a fase i neutre. Al no tractar-se d'un equip amb uns voltatges molt grans, el risc d'electrocutament és molt baix, i per tant no es necessitarà un tercer cable per la terra.
2. **Secció del cable** → Aquest paràmetre dependrà de la intensitat que circuli per aquest. Com ja s'ha pogut observar en les dades de la bateria i el PWM aquesta intensitat no hauria de superar els 6A. Segons la taula que es mostra en la "Figura 1.52". la secció per aquesta intensitat correspon a 0,5mm<sup>2</sup>. Finalment s'escull un cable de secció 1mm<sup>2</sup> per qüestions de seguretat
3. **El voltatge** → Serà el que determinarà el gruix de l'aïllament del cable. Com ja s'ha comentat no s'està parlant de voltatges molt grans, per tant, qualsevol cable amb una secció de 1mm<sup>2</sup> tindrà un aïllament suficientment espès per protegir l'usuari de possibles electrocutaments.
4. **Unifilar o multifilar** → Escollirem l'opció de multifilar, ja que ens interessa que aquest cable tingui certa flexibilitat per ubicar-lo a la posició que ens interressi. De totes formes, és més comú l'ús del unifilar en aquelles instal·lacions amb *protoboard*, per la seva fàcil instal·lació. Així doncs, si la persona encarregada de realitzar tota la instal·lació creu més oportú canviar aquest cable a unifilar no suposaria cap inconvenient.
5. **Tipus d'aïllament** → Que vindrà definit en el REBT (*Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*) d'acord amb el *Real Decreto 842/2002*. En aquest cas la majoria dels aïllaments compliran els requisits de disseny

Sección de Cable	Intensidad Máxima
0,5 mm <sup>2</sup>	6 A
0,75 mm <sup>2</sup>	9 A
1 mm <sup>2</sup>	11 A
1,5 mm <sup>2</sup>	14 A
2 mm <sup>2</sup>	16 A
2,5 mm <sup>2</sup>	20 A
4 mm <sup>2</sup>	28 A
6 mm <sup>2</sup>	37 A
8 mm <sup>2</sup>	48 A
10 mm <sup>2</sup>	53 A
16 mm <sup>2</sup>	75 A
25 mm <sup>2</sup>	100 A
35 mm <sup>2</sup>	125 A
50 mm <sup>2</sup>	160 A

Figura 1.52. Taula de relacions entre secció e intensitat

## 1.8. LLISTAT DE MATERIALS

En aquest punt es farà un llistat de tots aquells components que es modificaran en el taller, especificant de quin material estan fabricats i algunes de les seves propietats. També s'inclourà tota la part de cargols, femelles, rosques reblonades i altres elements d'unió de l'equip.

Nº	DESCRIPCIÓ	MATERIAL	DENSITAT (g/cm <sup>3</sup> )	LÍMIT ELÀSTIC (N/mm <sup>2</sup> )
1	PERFILS QUADRAT 40_1	ACER (S.235)	7,85	235
2	PERFILS QUADRAT 40_2	ACER (S.235)	7,85	235
3	PERFILS QUADRAT 40_3	ACER (S.235)	7,85	235
4	PERFILS QUADRAT 40_4	ACER (S.235)	7,85	235
5	PERFILS QUADRAT 40_5	ACER (S.235)	7,85	235
6	PERFILS QUADRAT 40_6	ACER (S.235)	7,85	235
7	PERFILS QUADRAT 40_7	ACER (S.235)	7,85	235
8	PERFILS QUADRAT 40_8	ACER (S.235)	7,85	235
9	PERFIL QUADRAT 50_1	ACER (S.235)	7,85	235
10	PERFIL QUADRAT 50_2	ACER (S.235)	7,85	235
11	PERFIL QUADRAT 50_3	ACER (S.235)	7,85	235
12	PERFIL CIRCULAR 30_1	ACER (S.235)	7,85	235
13	EIX RODES (CARGOL HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL 8.8)	ACER (SAE 1010)	7,82	640
14	BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA (CARGOL HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL 8.8)	ACER (SAE 1010)	7,82	640
15	XAPA SUBJECCIÓ RODA	ACER (S.275)	7,85	275
16	XAPA REGULACIÓ	ACER (S.275)	7,85	275
17	FEMELLA HEXAGONAL M8 DIN-934	ACER	7,85	-
18	FEMELLA HEXAGONAL M5 DIN-934	ACER	7,85	-
19	FEMELLA HEXAGONAL M3 DIN-934	ACER	7,85	-
20	ANELL SEEGER M8 DIN-934	ACER (SAE 1070)	7,85	-
21	ANELL SEEGER M10 DIN-934	ACER (SAE 1070)	7,85	-
22	CARGOL HEXAGONAL M8 DIN-933 8.8	ACER	7,85	640
23	CARGOL M3 DIN-84 4.8	ACER	7,85	340
24	CARGOL M5 DIN-84 4.8	ACER	7,85	340
25	CARGOL M6 DIN-84 4.8	ACER	7,85	340
26	PASSADOR ARTICULAT U/E 25	ACER	7,85	-
27	VARILLA ROSCA M5 8.8	ACER INOXIDABLE (AISI 316)	8	640
28	BULO SUBJECCIÓ SISTEMA TRACCIÓ	ACER INOXIDABLE (AISI 316)	8	240
29	BRAÇ REACCIÓ 1	ALUMINI (AL-5754)	2,67	130
30	BRAÇ REACCIÓ 2	ALUMINI (AL-5754)	2,67	130
31	ROSCA REBLONADA Ø5	ALUMINI	2,7	130
32	ROSCA REBLONADA Ø6	ALUMINI	2,7	130

33	ROSCA REBLONADA Ø8	ALUMINI	2,7	130
34	BASE METACRILAT	PLÀSTIC (PMMA)	1,18	80
35	COIXINETS RODES	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
36	SUPORT DÍODE_1	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
37	SUPORT DÍODE_2	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
38	SUPORT DÍODE COTXE_1	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
39	SUPORT DÍODE COTXE_2	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
40	RODA LECTURA VELOCITAT	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72
41	RODA LECTURA VELOCITAT COTXE	PLÀSTIC (PLA)	1,24	55-72

Com es podrà observar en l'apartat dels càlculs, en els annexos, tot el conjunt està força sobredimensionat en lo que respecta a elements estructurals. Això es deu principalment a dos factors:

- **Els materials utilitzats** → Com s'ha pogut observar en la taula, els límits elàstics de la majoria dels components són força elevats. Segurament s'hagués pogut optar per algun altre material diferent a l'acer amb unes propietats mecàniques inferiors, com podria ser l'alumini o inclús el plàstic, si s'haguessin realitzat els càlculs pertinents. Però s'ha de tenir present que el projecte tenia com a objectiu principal el disseny d'un equip que pogués ser funcional. I per tant, no s'ha profunditzat en una optimització al màxim del material utilitzat ni de les possibles alternatives a aquest. També s'ha intentat fer ús de tot el material disponible en el taller per tal d'aprofitar-lo i evitar així, compres innecessàries.

Si es fa un petit anàlisi d'altres alternatives, es podrà observar que l'alumini suposaria gairebé el doble del cost de fabricar-ho que amb els perfils d'acer. A més reduiríem el pes gairebé 3 vegades, fet que no ens interessa, ja que es podrien provocar moviments durant el funcionament de l'equip. El que es vol arribar a fer entendre, és que les opcions de fabricació són infinites i no hi ha un únic disseny vàlid.

- **Abast del projecte** → S'ha de tenir present que no es tracta d'un projecte destinat a l'estudi de les carregues i els esforços que aquestes puguin provocar en un component. En l'apartat dels càlculs, es realitzarà un estudi d'esforços com a comprovació de que no hi haurà cap problema amb els materials i les dimensions escollides. Juntament amb el que s'ha exposat en l'apartat dels materials utilitzats, sol es vol recalcar que pot semblar un sobredimensionat bastant gran a primer cop d'ull. Però si es tenen en compte tots els requisits complerts gracies al disseny exposat, el fet d'aquest sobredimensionat queda en una segona plana.

## 1.9. PROCÉS DE FABRICACIÓ

Posteriorment a tot el procés de disseny, càlculs i elecció de components és definirà una metodologia en tot el procés de fabricat. Com ja s'ha esmentat en nombroses ocasions, aquest procés no s'ha pogut dur a terme al 100%, però es definiran aquelles tasques a dur a terme per obtenir un producte final de qualitat. No és un procés estricte que no permeti variacions, però es recomana seguir-lo el màxim possible sempre que no es tinguin coneixements bàsics d'aquest àmbit. A més amés, aquest apartat s'acompanyarà del material fotogràfic que es va poder realitzar abans de la parada per la pandèmia.

1. Organització de la zona de treball. Habilitar una zona per deixar tots els documents necessaris per la fabricació i/o el muntatge. A de ser una zona accessible per tal de facilitar la consulta sempre que sigui necessari.
2. Programar impressora 3D per la fabricació del components mentre es realitzen altres tasques.
3. Netejar les peces que s'hauran de mecanitzar al taller. Farem una primera neteja per evitar qualsevol impuresa que pugui provocar un mal mecanitzat.
4. Tallar els perfils a les mesures indicades. Si es necessari es poden repassar les cares dels talls per deixar una superfície completament recta. Fer una neteja posterior a aquest procés i comprovar que els perfils obtinguts són de les dimensions i geometries que es volen.
5. Fer forats a tots els perfils segons plànols. Aplicar una mica d'oli a la superfície per facilitar la perforació de la broca. Serà recomanable fer un primer forat d'una mètrica inferior (M2-M3) per facilitar encara més aquesta tasca.
6. Avellanar tots els forats i neteja posterior.
7. Soldar els components començant des de les unitats més bàsiques (*CONJUNT SOLDADURA\_1,...*), fins arribar als conjunts més grans "*CONJUNT SOLDADURA\_5.1*" i al "*CONJUNT SOLDADURA\_6*". Seguir totes les indicacions marcades en el plànol amb l'ajuda de la guia mostrada en l'apartat anterior.
8. Rebaixar soldadures, si s'escau, mitjançant una mola. Neteja posterior
9. Revisar peces de la impressió 3D. En el cas que el resultat no sigui el desitjat repetir el procés o fer modificacions pertinents amb l'ús d'una llima o una altra eina del taller.
10. Netejar i realitzar un raspallat de disc per començar el procés de pintat. En cas de creure-ho necessari, aquest procés del raspallat també es pot realitzar a les "*XAPES SUBJECCIÓ RODA*" ja que també es pintaran. En tot cas, una neteja segur que serà necessària
11. Aplicar imprimació als conjunts soldats i a les "*XAPES SUBJECCIÓ RODA*".
12. Tallar tots els elements comercials segons plànols (cargols, varilles roscades,...).
13. Realitzar el mecanitzat del "*BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA*" i el del "*BULÓ SUBJECCIÓ SISTEMA TRACCIÓ*".
14. Un cop seca la capa d'imprimació, realitzar la primera capa de pintura del color RAL2003.
15. Tallar metacrilat amb la fresadora de 2 eixos segons plànol.
16. Aplicar capa de finalització un cop seca la primera capa de pintura.
17. Un cop seques totes les parts, col·locar rosques reblonades a l'esquelet.
18. Muntar "*CONJUNT TRACCIÓ AMB TORNILLERIA*" i "*CONJUNT RODES AMB TORNILLERIA*" per separat.
19. En el "*CONJUNT TRACCIÓ AMB TORNILLERIA*" acoblar els cables del motor i del díode deixant una longitud prou gran com per arribar als component de la part superior en el màxim rang. Afegir també el cable de tracció al tambor.
20. Col·locar els dos "*CONJUNT RODES AMB TORNILLERIA*", el "*CONJUNT TRACCIÓ AMB TORNILLERIA*", els contrapesos, el mànec telescòpic, els passadors articulats i la base de metacrilat a l'esquelet principal. Aquesta última sense col·locar-hi els cargols.





21. Situar els components elèctrics i marcar on aniran els forats sobre la base de metacrilat per passar els cablejats i les brides per subjectar els equips (*solució provisional. En les millores exposades en la memòria, ja s'ha valorat l'opció de col·locar una protecció per aquets components elèctrics*).
22. Fer els forats pertinents en la base de metacrilat.
23. Col·locar la base de metacrilat aquest cop amb els cargols, situar els equips i subjectar-los amb les brides.
24. Passar els cables, pelar les puntes i acoblar-los al regulador i a la bateria.



Imatge 1.23. Procés impressió 3D



Imatge 1.24. Procés tall dels perfils



*Imatge 1.25. Procés de soldadura*



*Imatge 1.26. Procés de reducció dels cordons  
de soldadura mitjançant una mola*



*Imatge 1.27. Col·locació de les rosques reblonades*



*Imatge 1.28. Procés de perforacions*



## 1.10. RESULTAT FINAL

En aquest apartat s'exposarà el resultat final de l'equip després d'haver resolt els diferents punts de disseny. A més, s'inclourà un apartat de possibles millores a instal·lar en l'equip tot i no haver pogut finalitzar el seu muntatge. Com ja s'ha mencionat en diversos apartats, la pandèmia ha suposat un entrebanc per poder assolir alguns dels punts plantejats inicialment. Però tot i això, s'ha intentat valorar possibles problemes que es puguin tenir amb l'equip finalitzat, i plantejar les seves solucions.

### 1.10.1. DISSENY FINAL

Un cop finalitzat tot el procés de disseny, l'equip presenta les següents prestacions/característiques:

- Dimensions: 531x465x470 mm
- Pes total sense contrapesos: 26,57 kg
- Pes total amb contrapesos: 46,57 kg
- Regulació de l'alçada del conjunt de tracció. Rang respecte el terra de 30-110 mm
- Mesura de la força de tracció amb un error de  $\pm 3\%$
- Mesura de la velocitat en cada instant de temps
- Força de tracció màxima: 400N
- Regulació de la velocitat de recollida del cable.
- Velocitat lineal màxima: 0,318 m/s
- Autonomia: 1h 40 min\*\*
- Inclou rodes i mànec telescòpic per facilitar el transport
- Contrapesos extraïbles per reduir o augmentar pes quan convingui
- Equip compacte i poc voluminós

\*\* Aquest càlcul s'ha realitzant suposant que la bateria administra 6A sense parar durant aquets 100min

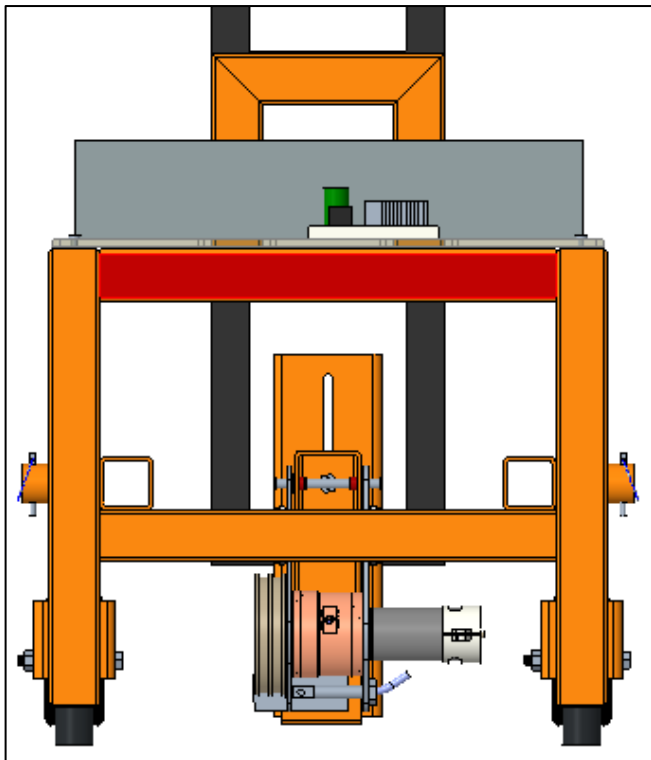


Figura 1.53. Vista alçat

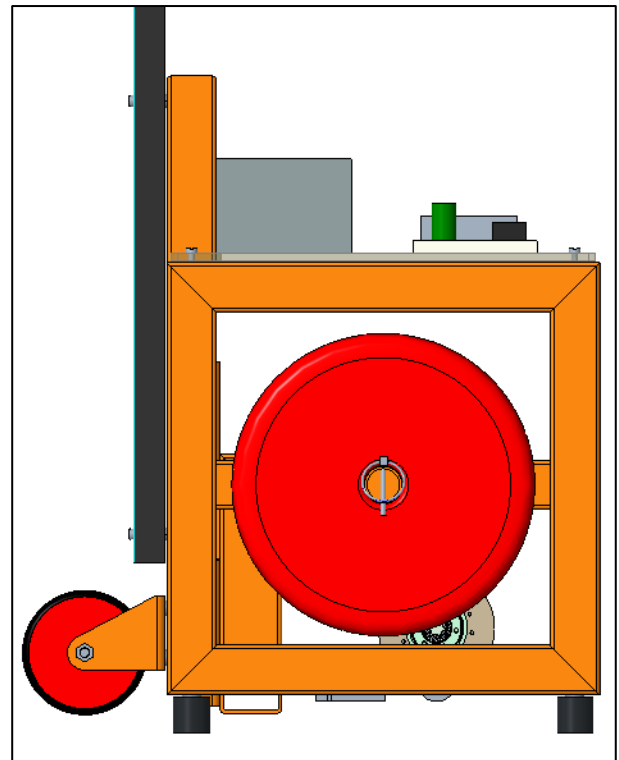


Figura 1.54. Vista perfil

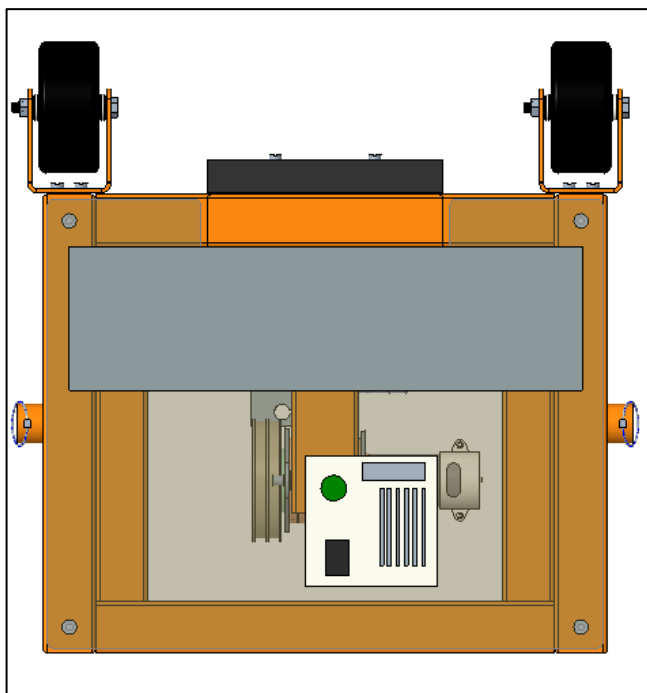


Figura 1.55. Vista planta

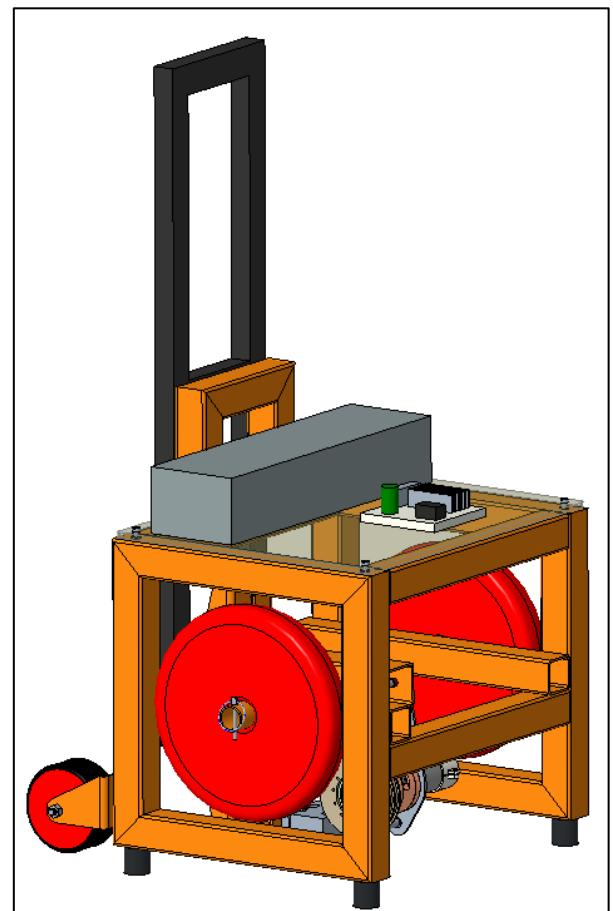


Figura 1.56. Vista en perspectiva

### 1.10.2. MILLORES

Un dels principals inconvenients que ha suposat la pandèmia en aquest projecte ha set la impossibilitat de muntar i provar l'equip. El fet de no poder assistir al laboratori, ni al taller, s'ha traduït en tenir que deixar l'equip a mitja fabricació. A més, tampoc s'han pogut realitzar les proves pertinents per veure si aquest ofereix les prestacions que s'han volgut assolir, o necessita algun tipus de modificació/millora. Tot i això, s'ha plantejat el següent apartat que tracta d'analitzar el disseny final i proposar solucions a possibles problemes que pugui oferir, encara que acabin apareixent. Cal mencionar que aquest apartat sol plantejarà un disseny conceptual, és a dir, no s'aprofundirà en dimensions ni càlculs. A més, no és tindran en consideració aquells punts mencionats en l'apartat "1.4.4. Pla de gestió de qualitat aplicat durant la redacció del projecte", ja que no són millores sinó rectificacions d'errades comeses durant la fabricació.

#### 1.10.2.1. PLA INCLINAT

Un dels requeriments del equip és que aquest pugui treballar tant en un terreny pla, com en un amb pendent. Així de primeres, l'equip hauria de ser capaç d'estar en repòs en un terreny amb certa inclinació sense cap problema. Però com no s'ha pogut provar, s'ha plantejat el disseny d'un accessori per poder utilitzar l'equip amb pendents molt pronunciades. En les següents figures es mostren els esbossos conceptuals de com podria ser aquest accessori.

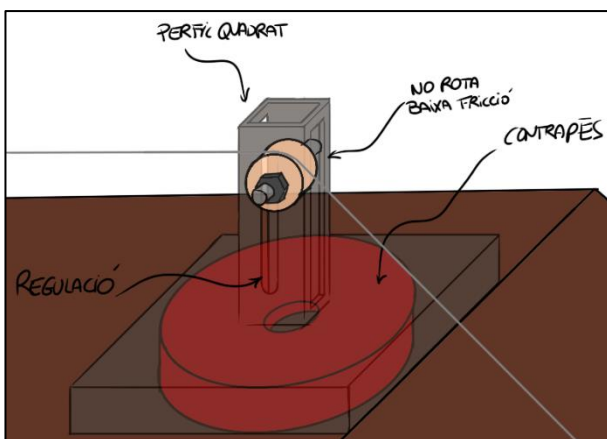


Figura 1.57. Disseny conceptual de l'accessori per a paviments amb pendent

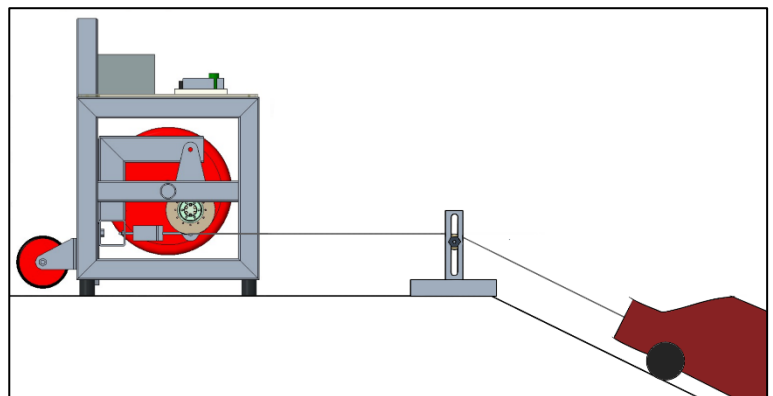


Figura 1.58. Esquema de tot el conjunt

Conceptes bàsics i característiques de la solució plantejada:

- Un perfil quadrat soldat sobre una base.
- El perfil quadrat disposa de dos colissos per regular l'alçada i dos forats frontals i posteriors per deixar passar el cable.
- En el seu interior s'hi troba un tambor amb una baixa fricció, encarregat de desviar la línia d'actuació del cable de tracció.
- Dins de la base s'hi troba el contrapès per evitar el seu moviment.
- L'ajust de l'alçada es farà mitjançant dues femelles que s'enroscaran a l'eix del tambor.



### 1.10.2.2. PROTECCIÓ EXTERNA

El disseny final del equip no està dotat de cap protecció pels components interns. El propi esquelet serveix per protegir-los de possibles impactes en el transport o el funcionament. De totes formes, en aquest apartat es plantejarà una protecció addicional per evitar qualsevol mal futur, i així també evitar l'entrada de possibles partícules que puguin fer malbé alguna peça dels mecanismes interns.

Tenint en compte que ja s'ha fet ús del metacrilat i disposem d'una fresadora de 3 eixos en el taller, s'ha decidit plantejar aquesta protecció amb aquest material. Bàsicament s'haurien de fer uns panells que cobrissin cada una de les cares del cub, perforant on sigui necessari. Mitjançant les rosques reblonades i un cargol es podrien fer les unions d'aquests panells en les diferents cares. Les següents figures plasmaran aquestes proteccions.

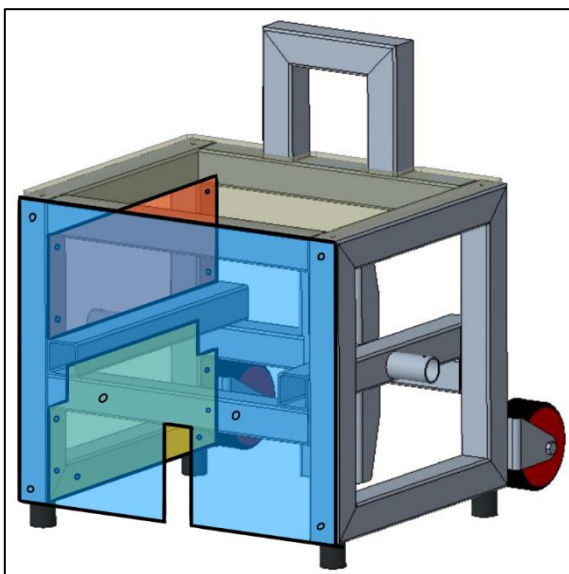


Figura 1.59. Panells laterals esquerra i panel frontal

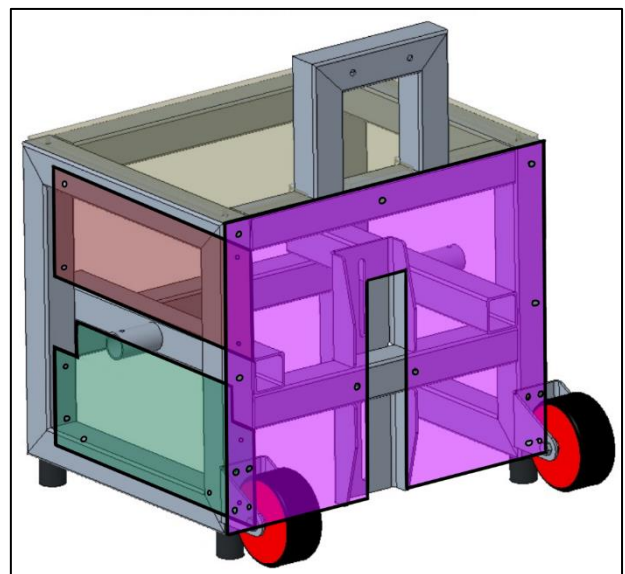


Figura 1.60. Panells lateral dret i panel posterior

Com es pot observar, els panells laterals es situarien a l'interior de l'equip per seguir facilitant la col·locació dels contrapesos. En canvi, els panells davanter i posterior podrien anar per la cara externa de l'equip. El panell lila, aniria situat entre la xapa de subjecció de les rodes i el mànec telescòpic, aprofitant així els forats ja fets. El panell blau tindrà la ranura per deixar passar el cable de tracció, i el lila, per facilitar l'ajust de l'alçada del sistema de tracció.



### 1.10.2.3. TRAVERSER BASE EQUIPS ELÈCTRICS

Quan s'ha parlat sobre la base de metacrilat per als equips elèctrics, ja s'han començat a plantejar les possibles flexions d'aquesta degut al pes dels components. Però quan s'ha escollit el gruix del metacrilat ja no s'han fet els càlculs per comprovar que no patirà cap flexió. És per això, que en aquest punt es valora l'opció de posar un travesser per tal de reforçar aquesta part de l'equip. Simplement es basaria en soldar un perfil quadrat de 40x40 mm en la part superior-central. D'aquesta manera, si amb el metacrilat de 6 mm de gruix no és tinguéssim suficient rigidesa, es podria evitar qualsevol flexió amb el travesser.

Aquest es un punt que seria interessant d'analitzar a nivell econòmic. Ja que a nivell funcional es indiferent augmentar el gruix del metacrilat o posar-hi el perfil soldat. Per tant, s'hauria de valorar el cost de passar d'un metacrilat de 6 mm a 10 mm o posar-hi un perfil de 270 mm de llargada.

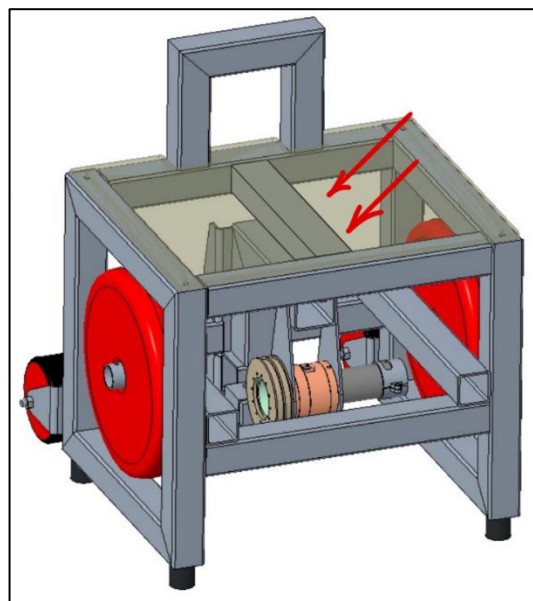


Figura 1.61. Ubicació del perfil travesser

#### 1.10.2.4. PROTECCIÓ EQUIPS ELÈCTRICS

Els equips elèctrics són els únics components de l'equip que es troben fora de l'esquelet. Això implica que no estan protegits i que qualsevol xoc en el seu transport, per exemple, podria suposar un trencament d'algun d'ells. Si sol es tractés de la bateria no hi hauria cap problema, ja que aquesta disposa d'una carcassa de protecció. Però també tenim el regulador PWM que es més propens a poder-se trencar degut als components soldats en la placa base. És per aquest motiu que es plantegen dues solucions davant d'aquest problema:

1. Una protecció per a tots els components elèctrics que recobrirà tota la part superior de l'equip.

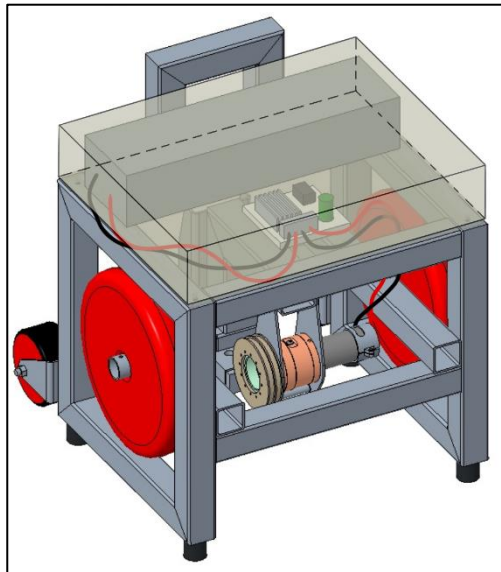


Figura 1.62. Opció 1, amb tots els components dins d'aquesta protecció

2. Una protecció individual per al regulador PWM que inclouria els forats per poder introduir i extreure el cablejat.

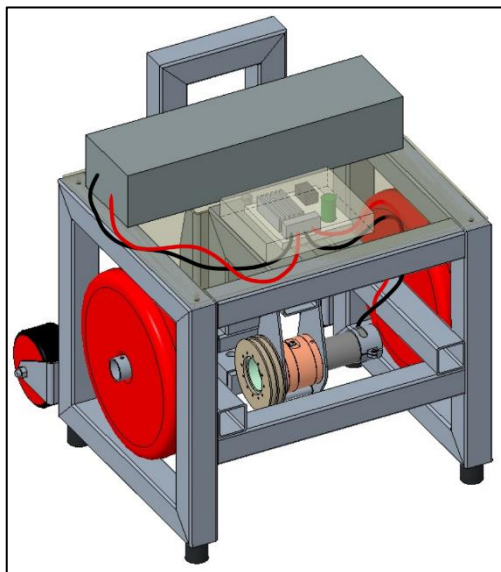


Figura 1.63. Opció 2, una única protecció pel regulador PWM

### 1.11. CONCLUSIONS

Per últim sol restarà fer una conclusió en la que s'intentarà valorar, sobretot sent autocrític i molt exigent, les diferents etapes per les que s'han anat passant durant tots aquets mesos. Es començarà des del primer dia de recerca fins arribar a aquest últim punt del treball.

Inicialment no hi ha molts aspectes a destacar. Es van rebre les primeres pautes del treball i es va començar a fer recerca d'aquest tema en concret. Certament la recerca de la informació es una de les pitjors parts juntament amb la redacció. Per una persona totalment encarada cap als càlculs, el fet de llegir i escriure es converteix en una tasca ben complicada de pair. Tot i això, finalment s'ha pogut trobar tota aquella informació, juntament amb l'ajuda del director, necessària per anar avançant en el projecte. En aquest sentit es podria dir que hi ha hagut un aprenentatge en com i on cercar tota aquesta informació

La planificació ha sigut un veritable trencadossos, i més després de tota la pandèmia viscuda. La impossibilitat d'assistir al taller i el propi estat anímic, van suposar uns 2-3 mesos d'aturada en tot el treball. Gran part de la culpa recau en un mateix, com ja es va comentar en els informes de seguiment, soc una persona que necessita una petita empenta o veure un final per posar-hi les ganes d'acabar-ho. En aquest sentit crec que em resta molt marge de millora i espero progressar amb el pas dels anys. Finalment la segona planificació s'ha pogut "assolir" exceptuant tot el tema del muntatge i proves de l'equip.

Acabo aquest treball content i a la vegada una mica decebut. Realment crec que hi ha hagut una bona feina darrera de tot aquest treball, però no l'he pogut centrar en els aspectes que més m'haguessin agradat. Evidentment els aspectes teòrics, normatius, i tot allò centrat en la recerca són importants, però m'hagués il·lusionat, i per conseqüència, motivat molt més haver centrat tota aquesta energia en el muntatge, fabricació i millores de l'equip. La situació que s'ha donat és la que és, però noto que m'he desinflat una mica cap al final del treball.

Crec que en cada un dels apartats s'ha realitzat un anàlisi coherent i realista dels aspectes a tractar. Evidentment alguns han resultat més senzills d'elaborar com podria ser tot el tema del disseny, plantejaments de millores, aspectes de fabricació. I després n'hi ha hagut d'altres, com els aspectes teòrics, que sempre han tingut un punt de complicació per la desconexió d'algun tema en concret. El disseny ha sigut amb diferència la millor part des d'un punt personal. Crec que la solució plantejada, amb un bon procés de fabricació i muntatge, podria assolir els requeriments sense cap mena de dubte. El fet de treballar amb l'ajuda d'un programa com el CREO PARAMETRIC, ajuda moltíssim a la creativitat i a la recerca d'alternatives. Es un àmbit en el que m'hi sento molt còmode i crec que s'ha vist reflectit en el treball. Personalment no m'ha resultat gens pesat les hores destinades a fer canvis, pensar alternatives e inclús pensar unes "millores" d'un producte que ni s'ha fabricat encara. Aquesta es la part per la que estic content i em sento reconfortat per la feina realitzada.

Així doncs, en aquesta conclusió m'agradaria centrar-me una mica més en tots els punts de fabricació i muntatge exposats durant el treball. El que més he après en aquests sentit és la necessitat de realitzar revisions de la feina feta. S'ha pogut comprovar de primera mà que la paciència, i els coneixements en la fabricació de peces, són un grau més en tot això de la producció. S'han comés errors, segurament per poca experiència, que es poguessin haver evitat sense cap complicació. Si el procés de fabricació, que ja va ser reduït, va presentar certes errades, segurament si s'hagués pogut realitzar del tot n'haguessin aparegut moltes més. No és dolent equivocar-se sempre i quan se n'extregui una lliçó. M'agradaria doncs, exposar l'aprenentatge que n'he extret dels que s'han anat cometent durant aquets mesos





- Talls dels perfils. Se'ns dubte ha sigut la pitjor de les tasques realitzades en la fabricació. En tota la memòria ja s'ha repetit més d'una vegada el resultat obtingut i la necessitat de millora. El fet de tractar amb una nova eina i el seu mal ús poden tenir conseqüències com les obtingudes. Simplement extreure'n l'aspecte de la paciència per fer les tasques amb el temps necessari i sobretot, el anàlisi de perquè s'està obtenint aquest resultat. També hagués set interessant tractar una mica més el tema de les toleràncies geomètriques.
- Fabricació amb impressió 3D. Ha sigut un nou sistema de fabricació que desconeixia i que inclús m'ha motivat a adquirir-ne una. Crec que els resultats obtinguts a base d'hores van ser prou bons però sempre hi ha una possibilitat de millora adquirint més coneixements en aquest camp
- Errors en les rosques reblonades. L'error que es va cometre amb la instal·lació d'unes rosques reblonades de mètrica diferent a les que tocava, va ser per una mala organització. El fet d'anar fins al taller sense unes idees clares i la impossibilitat de revisar el conjunt, van acabar provocant aquesta errada. Per això en el punt "1.9. *Procés de fabricació*" la primera de les tasques a realitzar es tenir una bona organització al taller i, una preparació de tots els documents necessaris per la feina que es vagi a realitzar.
- Soldadura i rebaixos amb mola. En aquest aspecte sol cal agrair la feina realitzada pel responsable del taller de la UdL. Segurament si s'haguessin tingut alguns coneixements previs s'haguessin pogut evitar errors com el del gruix del cordo de la soldadura. El que si que m'agradaria mencionar, es que per futures ocasions, es permetia l'estudiant provar la maquinaria encara que no sigui en el disseny final. Se que el temps es reduït i moltes vegades es impossible dedicar més hores de les que es disposen, però hagués set interessant practicar una mica amb la soldadura.

Per últim, un cop mencionats aquells punt més destacables de la fabricació, ja solament queda valorar l'aspecte econòmic. M'ha resultat sorprenent l'augment del preu de l'equip un cop afegides les hores del projecte d'enginyeria. També d'estacar que el preu s'ha vist força incrementat pel components que s'han reutilitzat del taller i que segurament, amb unes alternatives més barates, s'haguessin assolit els requeriments plantejats.

La conclusió s'ha centrat una mica més en la valoració personal de tota la feina feta, que no en un anàlisi crític dels resultats obtinguts. Bàsicament s'ha fet així perquè gran part, per no dir tots els punts en la memòria, s'han analitzat críticament les solucions obtingudes.





## 2. ANNEXES



## ÍNDEX

2.1. ÍNDEX DELS ANNEXES .....	2
2.2. INTRODUCCIÓ .....	3
2.3. CÀLCULS .....	3
2.3.1. CÀLCULS DE VELOCITAT I FORÇA .....	3
2.3.2. FORÇA DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE .....	7
2.3.3. ESFORÇOS EN ELS BULONS I ORELLES .....	8
2.3.3.1. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS TALLANTS .....	12
2.3.3.2. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS NORMALS .....	13
2.3.3.3. CÀLCULS EN LES ORELLES .....	14
2.4. DOCUMENTS .....	16
2.4.1. DADES MOTOR MAXON RE40 .....	17
2.4.2. DADES REDUCTOR HARMONIC DRIVE HFUC-17-120 .....	18
2.4.3. DADES CÈL·LULA DE CÀRREGA FUTEK LSB210 .....	19
2.4.4. DADES BATERIA X-GO .....	20
2.4.5. DADES REGULADOR PWM .....	21
2.4.6. CATÀLEG PERFILS QUADRATS .....	22
2.4.7. CATÀLEG PERFILS CIRCULARS .....	23
2.4.8. DADES COIXINETS IGLIDUR R, RFM-08010-05 .....	24
2.4.9. CATÀLEG ANELLS SEEGER .....	26
2.4.10. CATÀLEG ROSQUES REBLONADES .....	27
2.4.11. CATÀLEG TIPUS DE CARGOLS .....	28
2.4.12. CATÀLEG CARGOLS HEXAGONALS, ROSCA PARCIAL .....	29
2.4.13. CATÀLEG FEMELLES HEXAGONALS .....	30
2.4.14. CATÀLEG VARILLES ROSCADES .....	31
2.4.15. CATÀLEG PASSADOR ARTICULAT .....	32
2.4.16. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS CARGOLS .....	33
2.4.17. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS ACERS .....	34
2.4.18. TAULA DELS COEFICIENTS DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE .....	35

## 2.2. INTRODUCCIÓ

Dins de l'annex es trobaran aquells documents per aclarir o justificar les decisions que s'han anat prenent en la fase de disseny. A més a més, s'inclouran aquells càlculs que s'han tingut que realitzar durant tot el procés, per comprovar que les prestacions de l'equip siguin les sol·licitades en els requeriments. També s'inclouran aquells per demostrar que els components escollits suportaran les càrregues a les que estiguin sotmesos. És a dir, en aquest document bàsic del projecte s'agruparan aquells documents que ajudaran a entendre el perquè de les diferents vies de disseny escollides.

## 2.3. CÀLCULS

En aquest apartat s'inclouran aquells càlculs necessaris per avançar en el disseny i per fer les comprovacions pertinents. Al tractar-se d'un projecte purament de disseny, moltes de les peces estaran sobredimensionades i per tant, podem assegurar que no hi haurà cap inconvenient en els esforços produïts en el funcionament. Tot i això, es calcularan aquells punts més dèbils per assegurar que no hi haurà cap inconvenient.

### 2.3.1. CÀLCULS DE VELOCITAT I FORÇA

Com ja s'ha especificat en els requeriments mediambientals, la reutilització de components disponibles en el laboratori de Mecànica és un punt important del projecte. Per aquest motiu, serà necessari comprovar que aquests components puguin assolir les prestacions de funcionament sol·licitades.

En aquest cas es reutilitzaran un tambor, un motor i un reductor d'un altre projecte anterior i que per tant, afectaran a nivell de funcionament en l'equip. Aquests 3 elements, que seran el nucli de l'equip, hauran d'assolir els rangs de velocitat i força indicats en els requeriments. A continuació es mostren les dades necessàries d'aquests 3 components, i es procedeix a fer les comprovacions pertinents:

#### MOTOR MAXON DC RE40

- Model: 148867
- Potència nominal ( $P_{nom}$ ): 150 W
- Velocitat angular màxima ( $\omega_{màx}$ ): 8200 rpm
- Parell nominal ( $\Gamma_m$ ): 181 mN·m



Figura 2.1. Motor Maxon model "148867"



## REDUCTOR HARMONIC DRIVE

- Model: HFUC-17-120
- Relació de transmissió ( $\tau$ ): 1/120
- Relació de reducció (i): 120



Figura 2.2. Reductor Harmonic drive

## TAMBOR

- Diàmetre extern ( $\phi_e$ ): 89,1mm

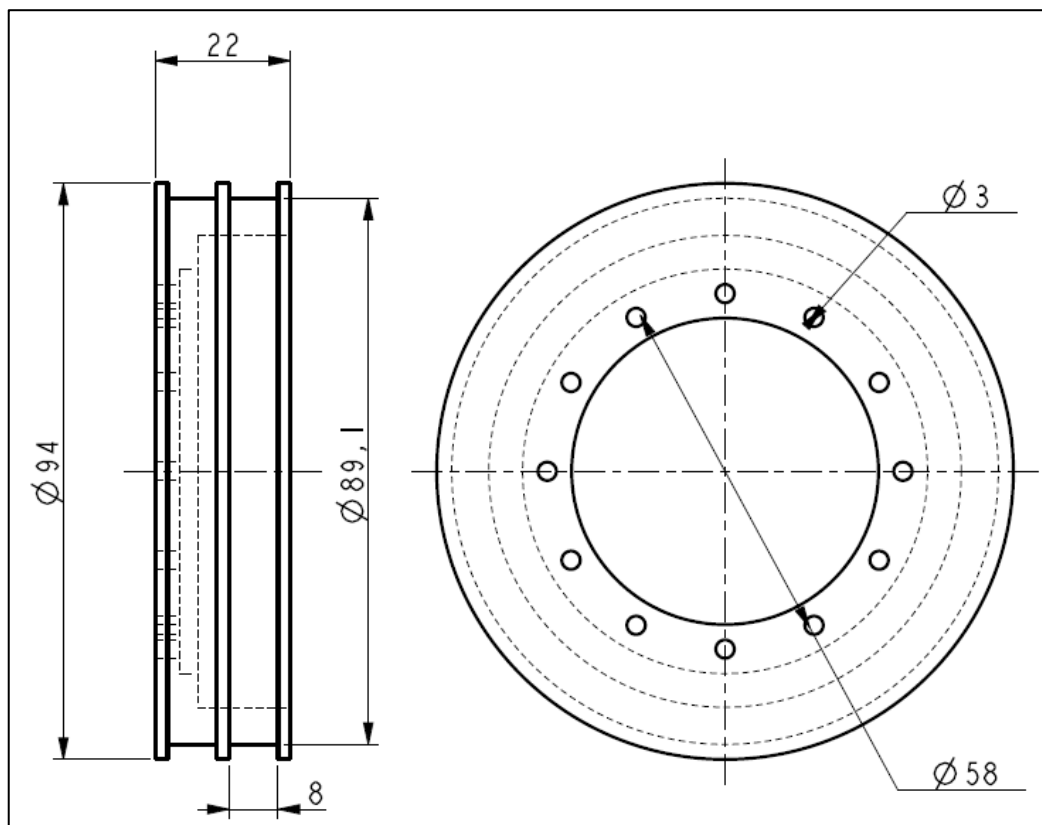


Figura 2.3. Dimensions tambor



Un cop conegudes les dimensions i prestacions d'aquests components es procedeix a fer les comprovacions. S'haurà de tenir en compte que en els requeriments s'especifica que el rang de velocitat del cotxe s'hauria de trobar entre 0-0,3 m/s

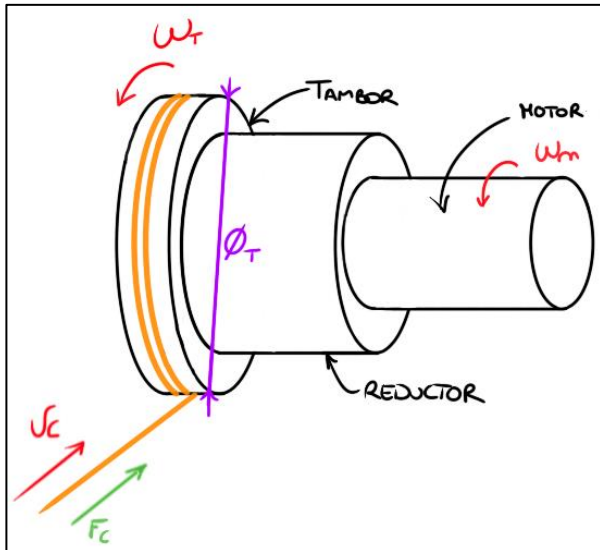


Figura 2.4. Esquema de les velocitats en el conjunt tambor-reductor-motor

$$(1) \tau = \frac{\omega_{sortida}}{\omega_{entrada}} = \frac{\omega_T}{\omega_m}$$

$$\omega_{T,màx} = \omega_{m,màx} \cdot \tau$$

$$\omega_{T,màx} = 8200 \text{ rpm} \cdot \frac{1}{120} = 68,33 \text{ rpm}$$

$$\omega_{T,màx} = 68,33 \text{ rpm} = 7,15 \text{ rad/s}$$

$$(2) v_c = \omega_T \cdot r_T$$

$$v_{c,màx} = \omega_{T,màx} \cdot r_T = \omega_{T,màx} \cdot \frac{\phi_T}{2}$$

$$v_{c,màx} = 7,15 \text{ rad/s} \cdot \frac{89,1 \text{ mm}}{2} = 318,53 \text{ mm/s}$$

$$v_{c,màx} = 0,31853 \text{ m/s} \rightarrow \text{Compleix la condició}$$

Com es pot observar, la velocitat màxima que es pot assolir es superior a la sol·licitada en els requeriments. Tot i això, és recomanable que ho sigui, ja que així no es forçarà el motor a treballar a les seves màximes capacitats.

Mitjançant aquestes fórmules, es podrà conèixer a quina velocitat haurà de girar el motor per a tenir una velocitat X en el cotxe. (Ex:  $v_c = 0,25 \text{ m/s}$ )

$$(2) \omega_T = \frac{v_c}{r_T} \rightarrow \omega_T = \frac{0,25 \text{ m/s}}{0,0446 \text{ m}} = 5,605 \text{ rad/s}$$

$$(1) \omega_m = \frac{\omega_T}{\tau} \rightarrow \omega_m = \frac{5,605 \text{ rad/s}}{\frac{1}{120}} = 672,6 \text{ rad/s} = 6422,86 \text{ rpm}$$

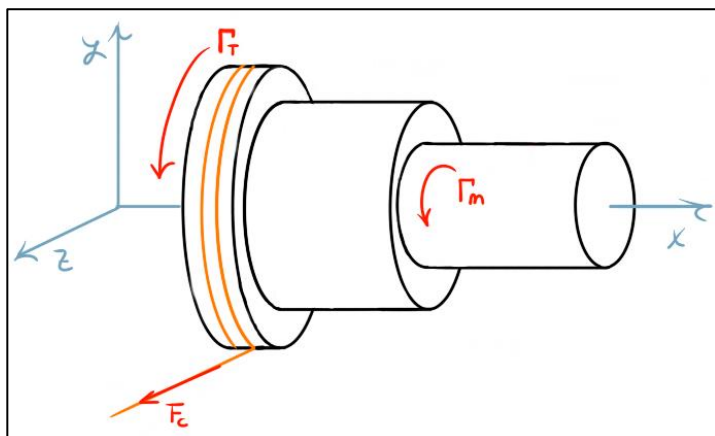


Un cop comprovat que es compleix amb el requeriment del rang de velocitat, es comprovarà que el parell en el tambor sigui prou gran com per a moure el vehicle.

$$(3) \Gamma_T = i \cdot \Gamma_m$$

$$\Gamma_{T,màx} = 120 \cdot 0,181 \text{ Nm} = 21,72 \text{ Nm}$$

Per a que es produeixi el moviment del cotxe, el parell produït en el tambor haurà de ser superior al originat per la tracció del vehicle. És a dir, el sumatori de moments en l'eix x respecte el tambor haurà de complir:



$$(4) \Gamma_{T,màx} \geq \Gamma_{tracció\ cable}$$

$$(5) \Gamma_{tracció\ cable} = F_c \cdot r_T$$

$$\Gamma_{T,màx} \geq F_c \cdot r_T$$

Figura 2.5. Esquema de les forces i parells en el conjunt tambor-reductor-motor

Tenint en compte que  $r_T$  és 0,0446 m, el pes màxim que s'haurà de traccionar són 8 kg i que l'acceleració de la gravetat és  $g = 10 \text{ m/s}^2$ :

$$21,72 \text{ Nm} \geq 80 \text{ N} \cdot 0,0446 \text{ m}$$

$$21,72 \text{ Nm} \geq 3,564 \text{ Nm} \rightarrow \text{Compleix la condició}$$

Un cop realitzats els càlculs, s'ha pogut comprovar que els components que es reutilitzaran de l'altre projecte podran oferir les prestacions sol·licitades en els requeriments. Així doncs, el disseny de l'equip anirà condicionat per aquest conjunt de tambor-reductor-politja.



### 2.3.2. FORÇA DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE

En la memòria ja s'ha introduït el fenomen de la força de resistència amb l'aire i el desgast d'energia que pot arribar a suposar en un vehicle. Com ja s'ha explicat, en aquest estudi es considerarà negligible degut a les baixes velocitats a les que es realitza però, es quantificarà aquesta força de totes formes, per verificar que aquesta és pràcticament nul·la en comparació amb les forces que es produeixen en les rodes.

Així doncs, tenint en compte que la força de resistència amb l'aire ve definida per la següent equació, es procedirà a quantificar-la:

$$(6) F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_d \cdot A$$

On:

- $\rho = 1,2041 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$  Densitat del fluid, en aquest cas aire a 20º
- $v = 0,3 \text{ m/s} \rightarrow$  Velocitat relativa del cos que travessa el fluid
- $c_d = 0,6 \rightarrow$  Coeficient de resistència amb l'aire extret de "2.4.18. Taula dels coeficients de resistència amb l'aire" dins dels annexos. Al tractar-se d'un paràmetre experimental, com en el cas de la resistència al rodament, s'ha escollit el més desfavorable.
- $A = 0,01 \text{ m}^2 \rightarrow$  Àrea frontal del vehicle

$$(6) F_a = \frac{1}{2} \cdot 1,2041 \cdot 0,3^2 \cdot 0,6 \cdot 0,01 = 0,000325 \text{ N}$$

Com es pot apreciar, la força produïda per la resistència de l'aire és molt petita en comparació amb les forces tangencials que patiran les rodes. Per tant, es confirma la suposició inicial que s'havia exposat en la memòria.



Figura 2.6. Àrea frontal del vehicle





### 2.3.3. ESFORÇOS EN ELS BULONS I ORELLES

Els bulons són elements que ens permeten fer unions articulades de forma molt simple i efectiva. Normalment aquests bulons són cilindres macisos que travessen els dos components que volem acoblar per uns forats passants. En aquest tipus d'unions és molt probable que es produeixin esforços, tant en el buló com en les orelles, que podrien arribar a provocar el trencament d'algun dels elements. És per aquest motiu, que és important calcular aquests esforços que es produeixen i d'aquesta manera prevenir futures fissures.

En aquest equip es tenen fins a 3 unions com les descrites:

- Buló per subjectar el conjunt tambor-reductor-motor

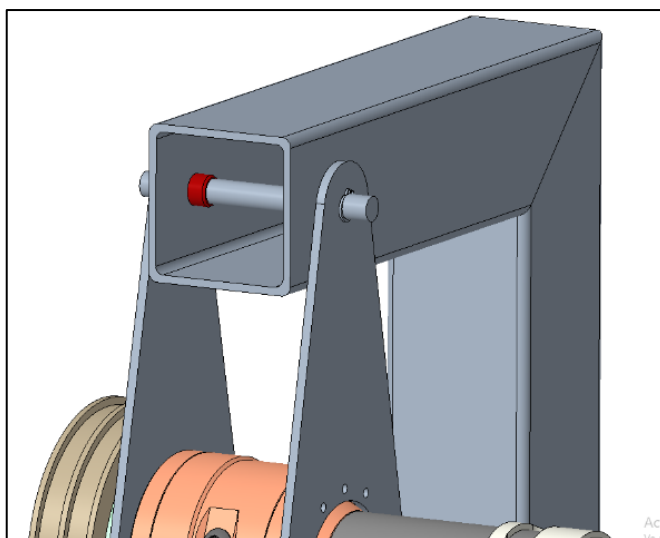


Figura 2.7. Buló subjecció sistema de tracció

- Buló per subjectar la cèl·lula de càrrega

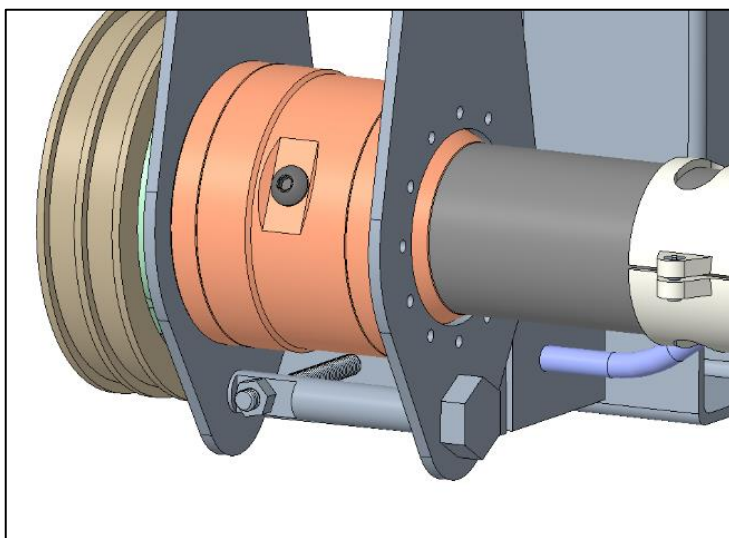


Figura 2.8. Buló subjecció cèl·lula de càrrega



- Buló per subjectar les rodes (eix)

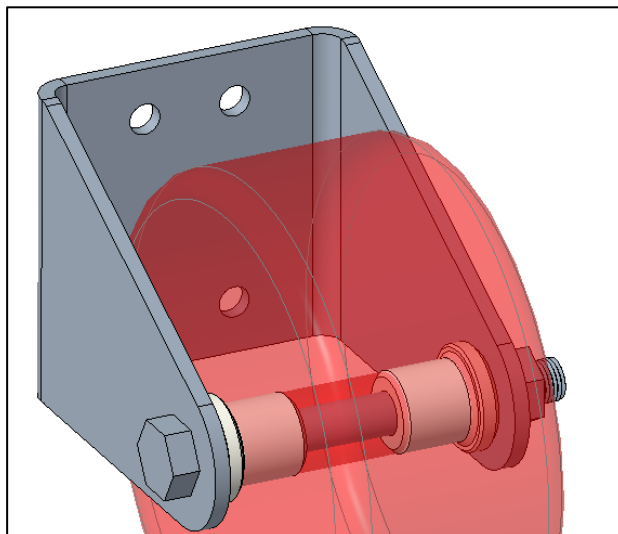


Figura 2.9. Buló eix de les rodes

Tenint en compte que l'últim d'ells serà el que es trobarà en una situació més desfavorable, degut a que tindrà que suportar tot el pes de l'equip quan s'estigui transportant, sol es realitzaran els càlculs per aquest. S'entén que si compleix les condicions pel seu dimensionat, els altres dos també ho faran, ja que hauran de suportar menys esforços.

Un cop definit quin serà el buló d'estudi, es planteja aquella situació en la que podria patir més esforços. S'acaba optant per aquella en la que el centre de gravetat de l'equip es troba sobre la línia vertical d'actuació de la força normal. Aquesta condició provocarà que tota la força del pes recaigui sobre aquest element.

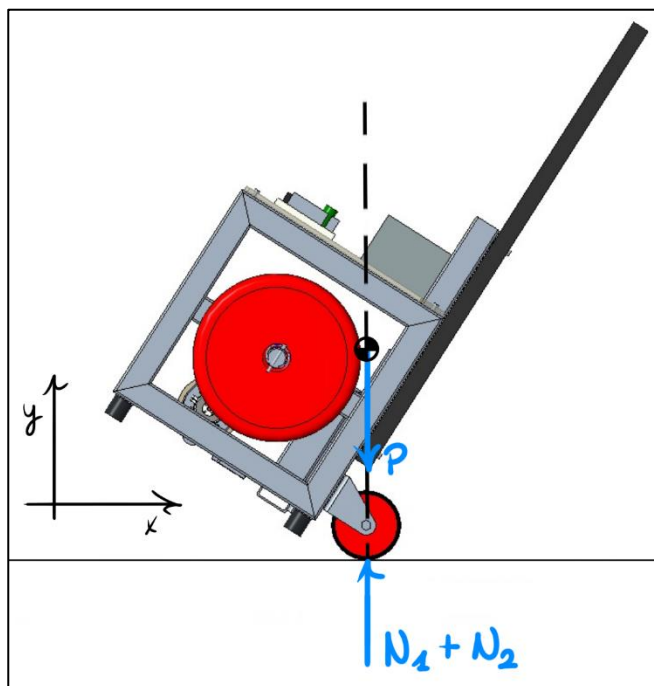


Figura 2.10. Diagrama de forces quan es transporta l'equip

Del diagrama de forces mostrat en la figura anterior es pot concloure que:

$$Si a_y = 0; \quad (1) \sum F_y = 0$$

$$(7) N_1 + N_2 - P = 0$$

Tenint en compte que  $N_1 = N_2$ <sup>[1]</sup> i que la massa de l'equip és de 46,6 kg:

$$(7) N_1 = N_2 = \frac{P}{2}$$

$$N_1 = N_2 = \frac{m \cdot g}{2} = \frac{46,6 \cdot 10}{2} = 233 \text{ N}$$

Aquestes forces que patirà el buló, provocaran uns esforços normals i tallants en el mateix, que s'hauran de calcular per comprovar si podrien provocar el seu trencament. Tenint en compte que es coneixen les característiques mecàniques del cargol, s'aplicarà el següent criteri de disseny:

$$(8) \sigma_b \leq \sigma_{adm}$$

On:

- $\sigma_b \rightarrow$  És la tensió equivalent màxima que patirà el buló en una secció o en una zona de la seva tija.
- $\sigma_{adm} \rightarrow$  És la tensió màxima admissible. Es quantifica dividint la tensió de límit elàstic del material del qual està format el cargol/buló, per un coeficient de seguretat.

$$(9) \sigma_{adm} = \frac{\sigma_e}{C_s}$$

Així doncs, partint d'un cargol hexagonal de qualitat 8.8 i un  $C_s$  de 1,5, és podrà calcular la tensió admissible del buló. Veure "2.4.16. Taula propietats mecàniques dels cargols" dels annexos.

$$\sigma_{adm} = \frac{640 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 427 \text{ N/mm}^2$$

Per tant, s'haurà de comprovar que la tensió equivalent màxima no superi aquesta tensió màxima admissible de  $427 \text{ N/mm}^2$ .

<sup>[1]</sup> Degut a que l'equip és pràcticament simètric (exceptuant el conjunt de tracció), es pot intuir que el centre de masses es trobarà a la meitat de l'eix z i per tant, no es produiran reaccions normals diferents en cada roda.



Per calcular la tensió equivalent màxima s'ha optat per aplicar la tensió de Von Mises. Von Mises formula que la tensió equivalent en un punt, que pateix més d'un esforç diferent en una secció, es pot calcular amb la següent expressió:

$$(10) \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\sigma_t^2}$$

On:

- $\sigma_n \rightarrow$  És la tensió normal que pateix la peça en les seccions a esforç normal
- $\sigma_t \rightarrow$  És la tensió de cisallament que pateix la peça en les seccions a esforç tallant

A continuació es mostren, les dades inicials de les que es parteix, el plantejament del sistema d'estudi i els seus càlculs posteriors:

- $\sigma_{adm} = 427 \text{ N/mm}^2$
- $N_1 = 233 \text{ N}$
- $P = 466 \text{ N}$
- $\phi_b = 8 \text{ mm}$
- $e_1 = 3 \text{ mm}$
- $e_2 = 17 \text{ mm}$

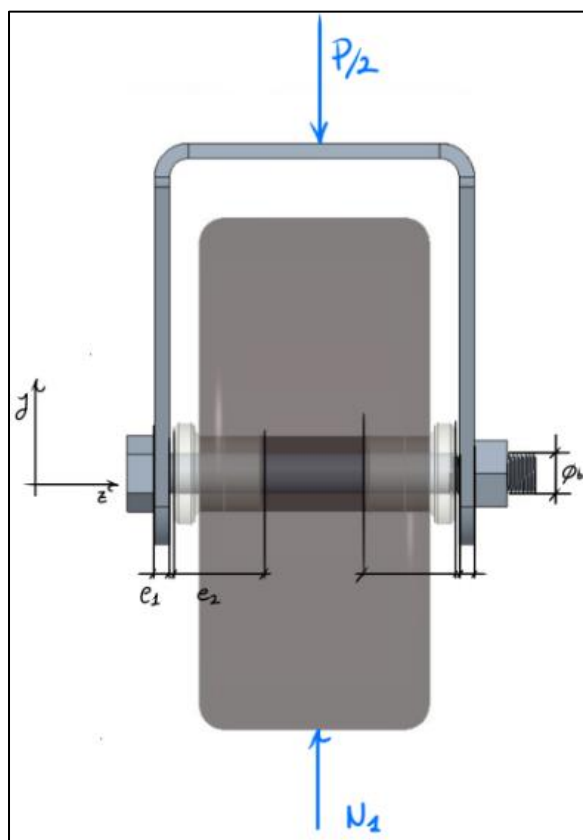


Figura 2.11. Forces que actuen en el sistema d'estudi



### 2.3.3.1. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS TALLANTS

Primer es planteja la força que es transmet a cada secció:

$$F_T = \frac{P/2}{2} = P/4$$

Un cop definida, es pot procedir a calcular la  $\sigma_{t,m\grave{a}x}$  en una d'aquestes seccions:

$$(11) \quad \sigma_{t,m\grave{a}x} = \frac{F_T}{A} = \frac{P/4}{\frac{\pi \cdot \phi_b^2}{4}} = \frac{P}{\pi \cdot \phi_b^2} = \frac{466}{\pi \cdot 8^2} = 2,318 \text{ N/mm}^2$$

Així doncs, la tensió equivalent segons el teorema de Von Misses és:

$$(10) \quad \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\sigma_t^2} = \sqrt{3\sigma_t^2} = \sqrt{3 \cdot 2.318^2} = 3.703 \text{ N/mm}^2$$

$$(8) \quad 3,703 \text{ N/mm}^2 \leq 427 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Compleix la condició}$$

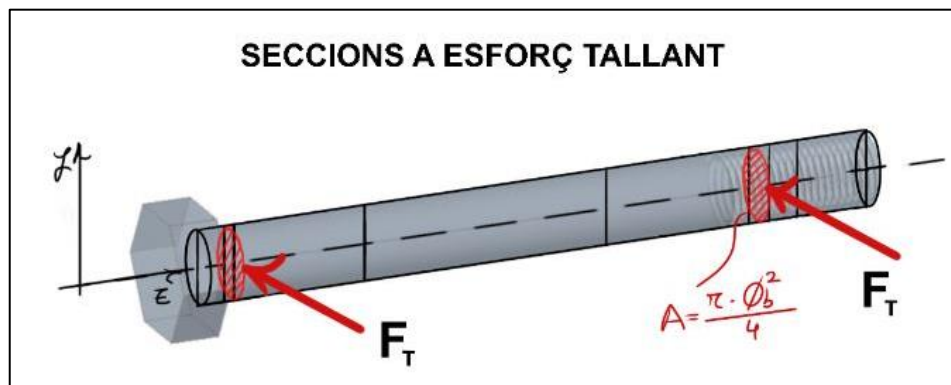


Figura 2.12. Seccions a esforç tallant en el buló



### 2.3.3.2. SECCIONS DEL BULÓ SOTMESES A ESFORÇOS NORMALS

Primer es plantejaran les forces que es transmeten a cada secció:

$$F_{N,1} = \frac{P/2}{2} = P/4$$

$$F_{N,2} = \frac{N_1}{2} = \frac{P/2}{2} = P/4$$

Un cop definides, es pot procedir a calcular la  $\sigma_{n,m\acute{a}x}$  en una d'aquestes seccions. S'ha optat per calcular la que es produirà en les seccions taronges, ja que si es compleix la condició en aquestes, es podrà afirmar que també es complirà en les seccions verdes:

$$(12) \quad \sigma_{n,m\acute{a}x} = \frac{F_{N,2}}{\phi_b \cdot e_1} = \frac{P/4}{\phi_b \cdot e_1} = \frac{466}{8 \cdot 3 \cdot 4} = 4,854 \text{ N/mm}^2$$

Així doncs, la tensió equivalent segons el teorema de Von Mises és:

$$(10) \quad \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\sigma_t^2} = \sqrt{\sigma_n^2} = \sigma_n = 4,854 \text{ N/mm}^2$$

$$(8) \quad 4,854 \text{ N/mm}^2 \leq 427 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Compleix la condició}$$

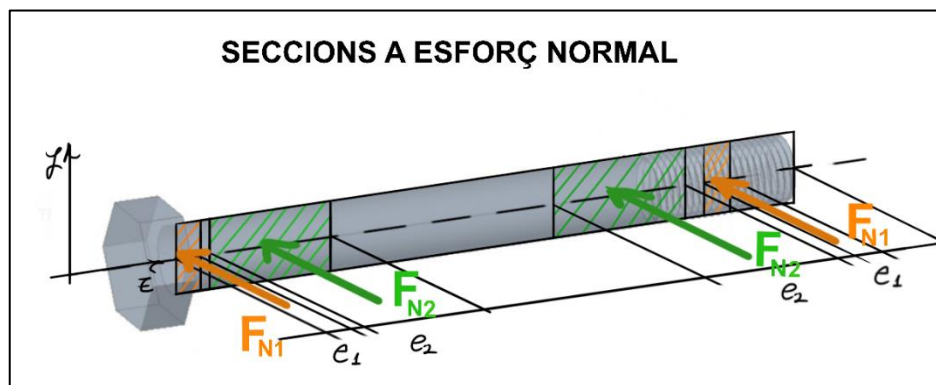


Figura 2.13. Seccions a esforç normal en el buló





### 2.3.3.3. CÀLCULS EN LES ORELLES

Com ja s'ha pogut comprovar, el buló podrà resistir la tensió produïda per la força del pes i solament restarà comprovar que les orelles també podran fer-ho. En aquest cas, degut a la complexitat dels càlculs que implica un estudi d'aquestes característiques, solament es realitzaran els càlculs a esforç normal en l'orella. El que s'ha intentat, tant en aquest apartat com en els anteriors, es realitzar uns càlculs que s'aproximin al màxim a la realitat, sense ser realment els valors exactes d'aquests. És a dir, aquets càlculs realitzats donaran una idea de si un disseny va ben encaminat o necessitarà modificacions en les seves dimensions, per evitar trencaments deguts als esforços que hauran de suportar.

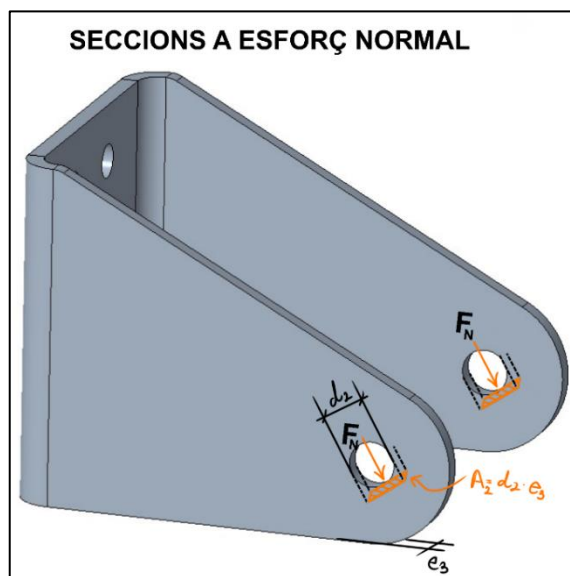


Figura 2.14. Seccions a esforç normal en l'orella

- $d_2 = 8mm$
- $e_3 = e_1 = 3mm$
- Material de les orelles: S-235
- $F_N = P/4$

Un cop definides les variables de l'estudi, es procedirà a calcular si les orelles podran resistir als esforços produïts pel pes de l'equip.

$$(9) \sigma_{adm} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 157 \text{ N/mm}^2$$

$$(12) \sigma_{n,m\acute{a}x} = \frac{F_N}{A_2} = \frac{P/4}{d_2 \cdot e_3} = \frac{466}{4 \cdot 8 \cdot 3} = 4,854 \text{ N/mm}^2$$

$$(10) \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\sigma_t^2}$$

0

$$\sigma_{eq} = \sqrt{4,854^2} = 4,854 \text{ N/mm}^2$$

$$(8) \ 4,8534 \text{ N/mm}^2 \leq 157 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Compleix la condició}$$

Finalitzats els càlculs pels bulons i per les orelles, es pot afirmar que cap d'ells patirà un trencament degut als esforços provocats pel pes de l'equip. Com es pot apreciar, ambdós components estan força sobredimensionats per la tasca que han de desenvolupar. Aquest sobredimensionat no suposa cap inconvenient però, si es volguessin optimitzar els costos del equip, seria un dels punts per on es podria començar a fer modificacions. Aquestes modificacions podrien anar des d'una reducció de les dimensions (menys quantitat de material utilitzat), fins una recerca de materials alternatius més barats i amb propietats mecàniques més baixes.

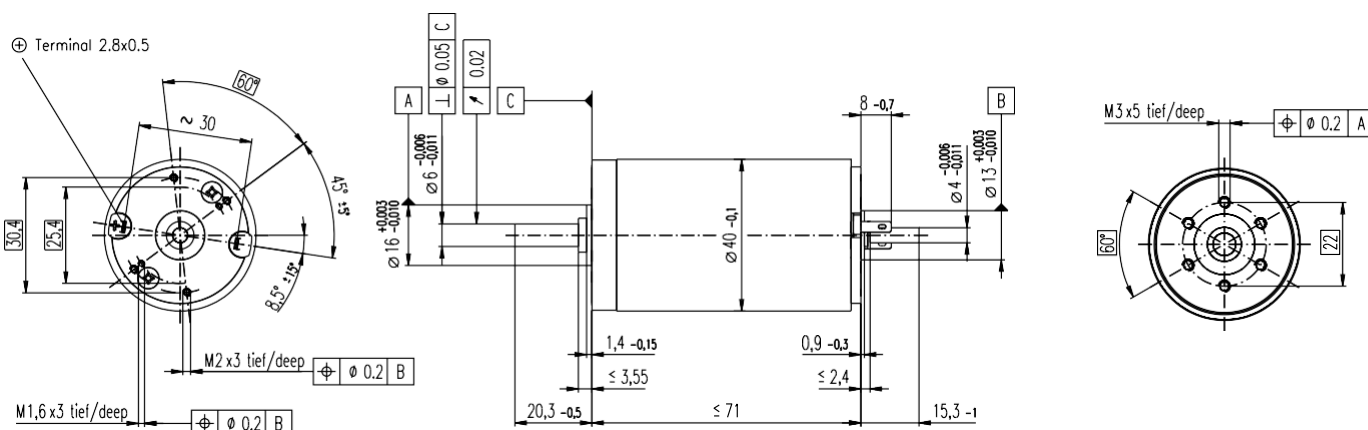
És important remarcar que tots els càlculs realitzats intenten representar una aproximació de la realitat. És per aquest motiu que la gran majoria d'ells es redueixen a idees i conceptes més bàsics que eliminen moltes variables de la equació. A més cal destacar que l'abast del projecte no inclou un estudi exhaustiu dels esforços que patiran els components de l'equip, sinó que es centra en un disseny raonable i que compleixi els requeriments.

## 2.4. DOCUMENTS

En aquest apartat s'adjuntaran les pàgines dels catàlegs, taules o altres dades consultades durant tot el procés de disseny, muntatge i/o càlculs.



## 2.4.1. DADES MOTOR MAXON RE40



M 1:2

- Stock program
- Standard program
- Special program (on request!)

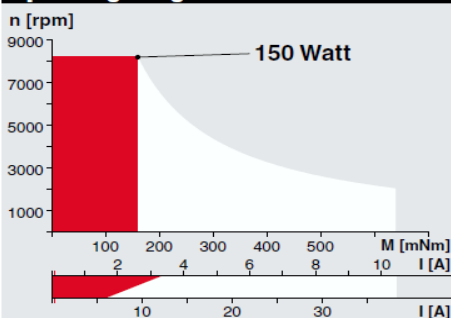
### Order Number

		148866	148867	148877	218008	218009	218010	218011	218012	218013	218014	218015				
Industrial version		263065	263066	263067	263078	263079	263070	263071	263072	263073	263074	263075				
Motor Data																
1	Assigned power rating	W	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150				
2	Nominal voltage	Volt	12.0	24.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0				
3	No load speed	rpm	6920	7580	7580	6420	5560	3330	2690	2130	1710	1420	987			
4	Stall torque	mNm	1690	2290	2500	1990	1580	996	796	641	512	415	289			
5	Speed / torque gradient	rpm / mNm	4.11	3.32	3.04	3.23	3.53	3.36	3.39	3.35	3.37	3.44	3.45			
6	No load current	mA	241	137	69	54	44	22	17	13	10	8	5			
7	Starting current	A	103	75.9	41.4	28.0	19.2	7.26	4.69	3.00	1.92	1.29	0.627			
8	Terminal resistance	Ohm	0.117	0.316	1.16	1.72	2.50	6.61	10.2	16.0	24.9	37.1	76.6			
9	Max. permissible speed	rpm	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200			
10	Max. continuous current	A	6.00	6.00	3.33	2.75	2.41	1.41	1.13	0.904	0.725	0.594	0.414			
11	Max. continuous torque	mNm	98.7	181	201	196	198	193	192	193	193	191	190			
12	Max. power output at nominal voltage	W	285	440	491	332	255	86.5	55.7	35.6	22.9	15.3	7.40			
13	Max. efficiency	%	88	91	92	91	91	89	88	87	86	85	83			
14	Torque constant	mNm / A	16.4	30.2	60.3	71.3	82.2	137	170	214	266	321	461			
15	Speed constant	rpm / V	581	317	158	134	116	69.7	56.2	44.7	35.9	29.8	20.7			
16	Mechanical time constant	ms	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
17	Rotor inertia	gcm²	135	134	134	125	127	118	117	118	117	114	114			
18	Terminal inductance	mH	0.02	0.08	0.33	0.46	0.61	1.70	2.62	4.14	6.40	9.31	19.20			
19	Thermal resistance housing-ambient	K / W	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7			
20	Thermal resistance rotor-housing	K / W	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9			
21	Thermal time constant winding	s	41	40	40	38	38	36	35	35	35	34	34			

### Specifications

- Axial play 0.05 - 0.15 mm
- Max. ball bearing loads
  - axial (dynamic) 5.6 N
  - not preloaded 2.4 N
  - preloaded 28 N
- radial (5 mm from flange) 110 N
- Force for press fits (static) 1200 N
- Radial play ball bearing 0.025 mm
- Ambient temperature range -20 ... +100°C
- Max. rotor temperature +155°C
- Number of commutator segments 13
- Weight of motor 480 g
- Values listed in the table are nominal. For applicable tolerances see page 43. For additional details please use the maxon selection program on the enclosed CD-Rom.

### Operating Range



### Comments

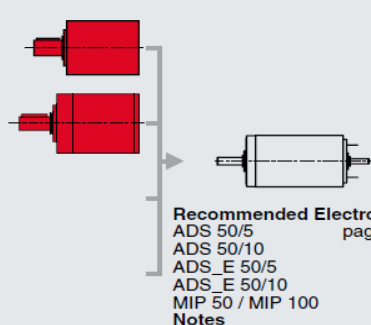
- Recommended operating range
  - Continuous operation
    - In observation of above listed thermal resistances (lines 19 and 20) the maximum permissible rotor temperature will be reached during continuous operation at 25°C ambient.
    - = Thermal limit
  - Short term operation
    - The motor may be briefly overloaded (recurring).
- 148877 Motor with high resistance winding  
148866 Motor with low resistance winding

### Details on page 49

### maxon Modular System

Planetary Gearhead  
Ø42 mm  
3 - 15 Nm  
Details page 201

Planetary Gearhead  
Ø52 mm  
4 - 30 Nm  
Details page 202



Recommended Electronics:  
ADS 50/5 233  
ADS 50/10 233  
ADS\_E 50/5 234  
ADS\_E 50/10 234  
MIP 50 / MIP 100 245  
Notes 17

### Overview on page 17 - 21

Digital MR Encoder  
256 - 1024 CPT,  
3 channels  
Details page 213

Digital Encoder  
HP HED\_55  
500 CPT, 3 channels  
Details page 216 / 218

Industrial version  
Encoder  
Details page 220

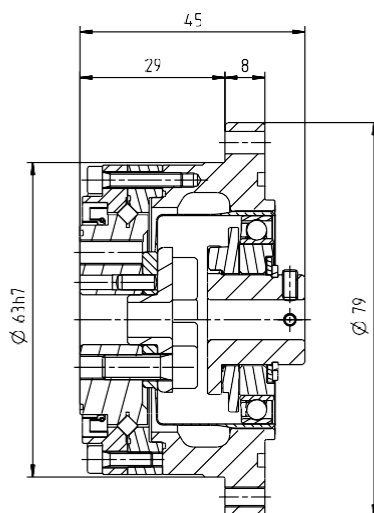
Brake  
Details page 249

Brake  
Ø40 mm  
24 VDC, 0.4 Nm  
Details page 248



## 2.4.2. DADES REDUCTOR HARMONIC DRIVE HFUC-17-120

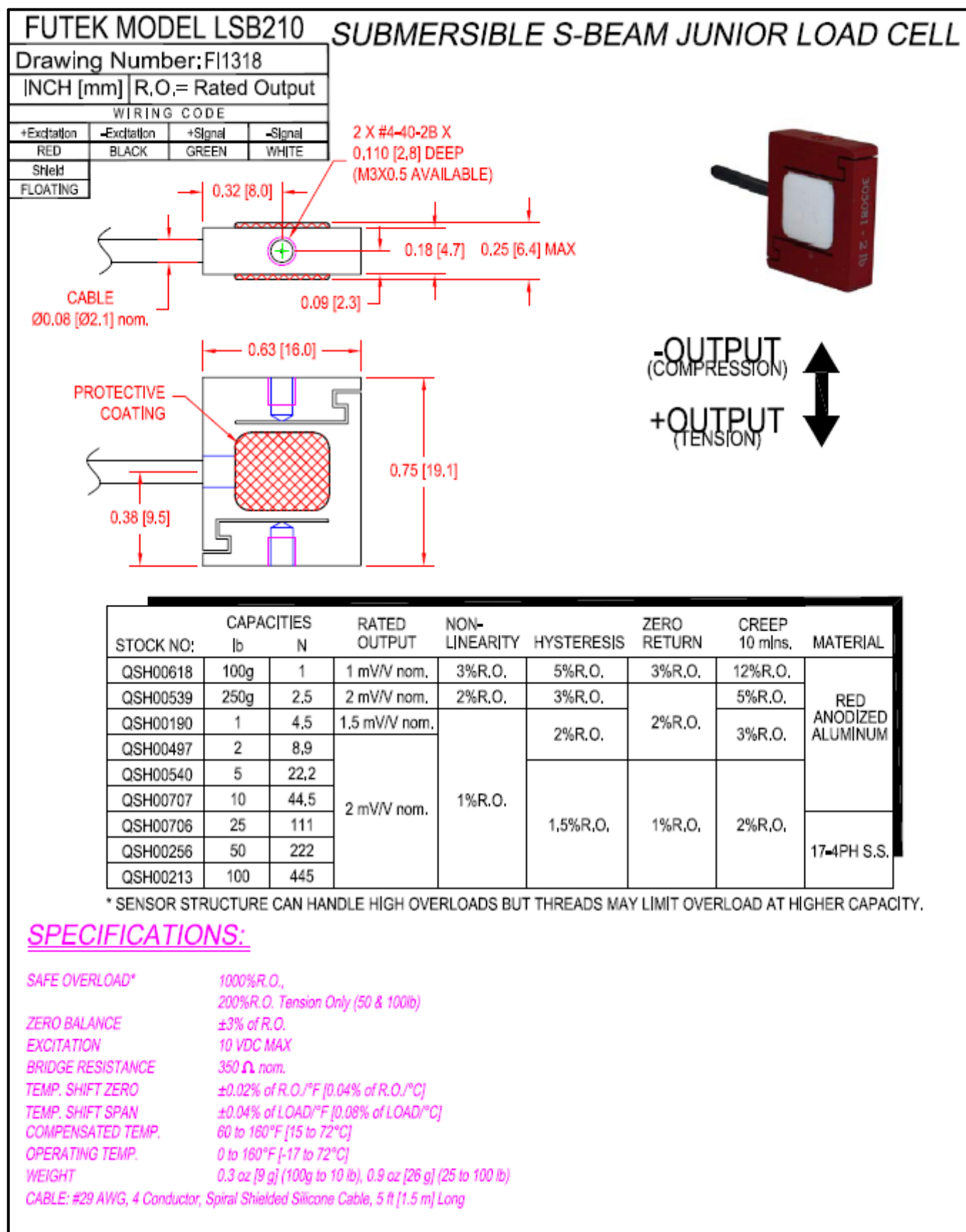
	Unit	HFUC-14-2UH				HFUC-17-2UH				
Ratio	i [ ]	30	50	80	100	30	50	80	100	120
Repeatable peak torque	$T_R$ [Nm]	9.0	18	23	28	16	34	43	54	54
Average torque	$T_A$ [Nm]	6.8	6.9	11	11	12	26	27	39	39
Rated torque	$T_N$ [Nm]	4.0	5.4	7.8	7.8	8.8	16	22	24	24
Momentary peak torque	$T_M$ [Nm]	17	35	47	54	30	70	87	110	86
Maximum input speed (oil lubrication)	$n_{in(max)}$ [rpm]	14000				10000				
Maximum input speed (grease lubrication)	$n_{in(max)}$ [rpm]	8500				7300				
Average input speed (oil lubrication)	$n_{av(max)}$ [rpm]	6500				6500				
Average input speed (grease lubrication)	$n_{av(max)}$ [rpm]	3500				3500				
Moment of inertia	$J_{in}$ [ $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0.033				0.079				
Weight	m [kg]	0.49				0.64				



\* Les dades que es mostren són les d'un reductor similar al que hi ha instal·lat en l'equip. Degut al temps transcorregut des de la seva compra i les actualitzacions/millores aplicades pel fabricant, ha resultat impossible trobar les dades tècniques del model exacte.



### 2.4.3. DADES CÈL·LULA DE CÀRREGA FUTEK LSB210





## 2.4.4. DADES BATERIA X-GO



**Parametros del producto**

- Tensión nominal: 36V
- El ciclo de carga: 1000 veces
- Capacidad: 10Ah
- Tiempo de carga: 3-5h
- Potencia aplicable: 200W-350W
- Tamaño: L15.4 \* W4.3 \* H3 in
- Kilometraje nominal: 30KM
- Peso neto: 3.25 kg



**Manija**  
Más fácil de llevar las baterías. El desmontaje y el montaje es más conveniente.

**Bloqueo de seguridad**  
Desbloqueo: la batería puede ser retirada.  
Apagado: la batería está apagada.  
Encendido: la batería está encendida.



**luz de nivel de batería**  
1 rojo 3 verde---100%  
1 rojo 2 verde---75%  
1 rojo 1 verde---50%  
1 rojo 0 verde---25%

**Enchufe de carga**  
La corriente de carga no puede ser más que 3 amperios.



Please check 4 specification carefully before making the order

L : 15.4inch  
w: 4.3inch  
H : 3inch  
Battery size

**36V**  
Rated Voltage

**200-350<sup>W</sup>**  
Applicable Motor

**4 holes**  
Bottom outlet



**Tiempos de carga y vida útil**

3-5 horas para cargar completamente

5 años

3-5 h

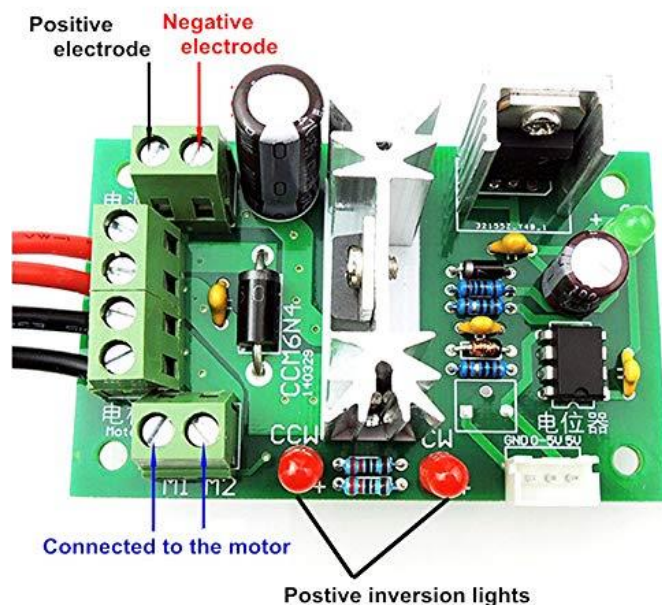
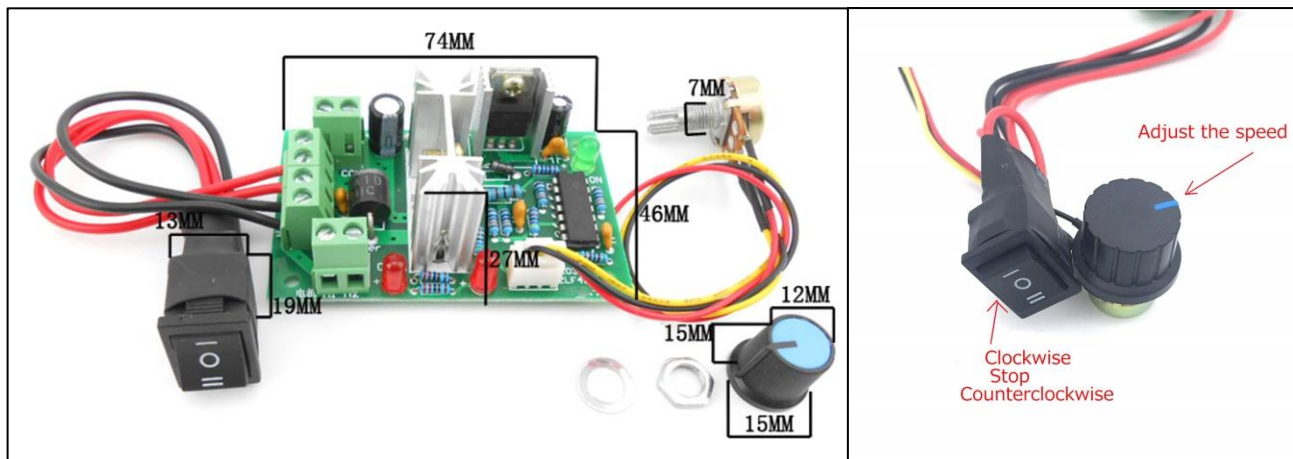






## 2.4.5. DADES REGULADOR PWM

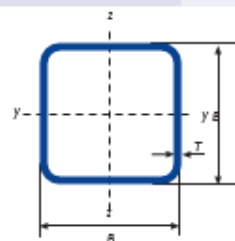
- Voltaje de entrada: DC 12 – 36 V (la tensió específica debe ser igual a la tensió nominal del motor).
- Tensión de salida: lineal bajo carga (la tensión de circuito abierto y la entrada son iguales).
- Corriente de salida: 6 A. Corriente continua: dentro de 5 A.
- Adelante, marcha atrás: apoyo; Rango de velocidad: 0 – 100 % (puede adaptarse a la corriente, no gira).
- Modo de ajuste de velocidad: 270 grados con potenciómetro lineal; apertura de botón: 7 mm; tamaño: 74 mm x 46 mm x 28 mm.





## 2.4.6. CATÀLEG PERFILS QUADRATS

### Gama de producte: FRÍO



#### Gama perfil tubular en frío - cuadrado

DIMENSIÓN ESPECÍFICA DEL ADOS		ESPESOR ESPECÍFICO	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA		RADIO DE GIRO		MÓDULO ELÁSTICO		MÓDULO PLÁSTICO		MOMENTO DE INERCIA DE TORSIÓN	MÓDULO DE TORSIÓN	SUPERFICIE LATERAL POR UNIDAD DE LARGO	LARGO NOMINAL POR TONELADA	ÁREA SUPERFICIE EXTERIOR POR METRO
B mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plyy</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m	m	A <sub>ext</sub> m <sup>2</sup>
30	30	1,5	1,30	1,65	2,20	2,20	1,15	1,15	1,46	1,46	1,74	1,74	3,57	2,21	0,115	771	695
30	30	2	1,68	2,14	2,72	2,72	1,13	1,13	1,81	1,81	2,21	2,21	4,54	2,75	0,113	596	529
30	30	2,5	2,03	2,59	3,16	3,16	1,10	1,10	2,10	2,10	2,61	2,61	5,40	3,20	0,111	492	430
30	30	3	2,36	3,01	3,50	3,50	1,08	1,08	2,34	2,34	2,96	2,96	6,15	3,58	0,110	423	365
30	30	4	2,94	3,75	3,97	3,97	1,03	1,03	2,64	2,64	3,50	3,50	7,30	4,11	0,106	340	284
35	35	1,5	1,53	1,95	3,60	3,60	1,36	1,36	2,05	2,05	2,43	2,43	5,78	3,09	0,135	653	691
35	35	2	1,99	2,54	4,51	4,51	1,33	1,33	2,58	2,58	3,09	3,09	7,41	3,89	0,133	502	525
35	35	2,5	2,42	3,09	5,29	5,29	1,31	1,31	3,02	3,02	3,69	3,69	8,89	4,58	0,131	412	425
35	35	3	2,83	3,61	5,95	5,95	1,28	1,28	3,40	3,40	4,23	4,23	10,2	5,18	0,130	353	359
35	35	4	3,57	4,55	6,93	6,93	1,23	1,23	3,96	3,96	5,11	5,11	12,4	6,09	0,126	280	278
38	38	2	2,18	2,78	5,88	5,88	1,46	1,46	3,10	3,10	3,70	3,70	9,60	4,67	0,145	459	523
38	38	2,5	2,66	3,39	6,94	6,94	1,43	1,43	3,65	3,65	4,44	4,44	11,6	5,53	0,143	376	423
38	38	3	3,12	3,97	7,85	7,85	1,41	1,41	4,13	4,13	5,10	5,10	13,3	6,28	0,142	321	357
40	40	1,5	1,77	2,25	5,49	5,49	1,56	1,56	2,75	2,75	3,22	3,22	8,75	4,13	0,155	566	688
40	40	2	2,31	2,94	6,94	6,94	1,54	1,54	3,47	3,47	4,13	4,13	11,3	5,23	0,153	434	521
40	40	2,5	2,82	3,59	8,22	8,22	1,51	1,51	4,11	4,11	4,97	4,97	13,6	6,21	0,151	355	422
40	40	3	3,30	4,21	9,32	9,32	1,49	1,49	4,66	4,66	5,72	5,72	15,8	7,07	0,150	303	356
40	40	4	4,20	5,35	11,1	11,1	1,44	1,44	5,54	5,54	7,01	7,01	19,4	8,48	0,146	238	273
40	40	5	4,99	6,36	12,3	12,3	1,39	1,39	6,13	6,13	8,02	8,02	22,3	9,48	0,143	200	225
42	42	3	3,49	4,45	11,0	11,0	1,57	1,57	5,22	5,22	6,38	6,38	18,4	7,92	0,158	286	355
42	42	4	4,45	5,67	13,1	13,1	1,52	1,52	6,24	6,24	7,86	7,86	22,8	9,54	0,154	225	272
42	42	5	5,30	6,76	14,6	14,6	1,47	1,47	6,96	6,96	9,04	9,04	26,4	10,7	0,151	189	223
45	45	1,5	2,00	2,55	7,96	7,96	1,77	1,77	3,54	3,54	4,13	4,13	12,6	5,31	0,175	499	685
45	45	2	2,62	3,34	10,1	10,1	1,74	1,74	4,50	4,50	5,32	5,32	16,3	6,77	0,173	382	519
45	45	2,5	3,21	4,09	12,1	12,1	1,72	1,72	5,36	5,36	6,43	6,43	19,8	8,09	0,171	312	419
45	45	3	3,77	4,81	13,8	13,8	1,69	1,69	6,12	6,12	7,44	7,44	23,0	9,27	0,170	265	353
45	45	4	4,83	6,15	16,6	16,6	1,64	1,64	7,38	7,38	9,22	9,22	28,7	11,3	0,166	207	270
45	45	5	5,77	7,36	18,7	18,7	1,59	1,59	8,31	8,31	10,7	10,7	33,3	12,8	0,163	173	221

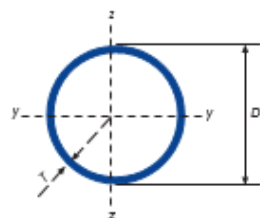
Posibilidad de fabricar otras medidas y en otros aceros. Bajo consulta.



## 2.4.7. CATÀLEG PERFILS CIRCULARS

### Gama de producto: FRÍO

#### GAMA DE TUBO ACABADO EN FRÍO



#### Gama perfil tubular en frío - redondo

DIÁMETRO EXTERIOR ESPECÍFICO	ESPESOR ESPECÍFICO	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA	RADIO DE GIRO	MÓDULO ELÁSTICO	MÓDULO PLÁSTICO	MOMENTO DE INERCIA DE TORSIÓN	MÓDULO DE TORSIÓN	SUPERFICIE LATERAL POR UNIDAD DE LARGO	LARGO NOMINAL POR TONELADA	ÁREA SUPERFICIE EXTERIOR POR METRO
D mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	i cm	W <sub>el</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m	m	A <sub>ext</sub> m <sup>2</sup>
25	1,5	0,869	1,11	0,768	0,833	0,614	0,830	1,54	1,23	0,079	1.150	709
25	2	1,13	1,45	0,963	0,816	0,770	1,06	1,93	1,54	0,079	882	543
25	2,3	1,29	1,64	1,07	0,807	0,854	1,19	2,13	1,71	0,079	777	479
25	2,5	1,39	1,77	1,13	0,800	0,906	1,27	2,26	1,81	0,079	721	444
25	2,9	1,58	2,01	1,25	0,788	1,00	1,42	2,50	2,00	0,079	633	390
25	3	1,63	2,07	1,28	0,785	1,02	1,46	2,56	2,04	0,079	614	379
26,9	1,5	0,940	1,20	0,969	0,900	0,720	0,969	1,94	1,44	0,085	1.064	706
26,9	2	1,23	1,56	1,22	0,883	0,907	1,24	2,44	1,81	0,085	814	540
26,9	2,3	1,40	1,78	1,36	0,874	1,01	1,40	2,71	2,02	0,085	717	475
26,9	2,5	1,50	1,92	1,44	0,867	1,07	1,49	2,88	2,14	0,085	665	441
26,9	2,9	1,72	2,19	1,60	0,855	1,19	1,68	3,19	2,38	0,085	583	386
26,9	3	1,77	2,25	1,63	0,852	1,21	1,72	3,27	2,43	0,085	566	375
28	1,5	0,980	1,25	1,10	0,938	0,786	1,05	2,20	1,57	0,088	1.020	704
28	2	1,28	1,63	1,39	0,922	0,992	1,35	2,78	1,98	0,088	780	538
28	2,3	1,46	1,86	1,55	0,912	1,10	1,52	3,09	2,21	0,088	686	474
28	2,5	1,57	2,00	1,64	0,906	1,17	1,63	3,29	2,35	0,088	636	439
28	2,9	1,80	2,29	1,82	0,893	1,30	1,84	3,65	2,61	0,088	557	385
28	3	1,85	2,36	1,87	0,890	1,33	1,88	3,73	2,67	0,088	541	373
30	1,5	1,05	1,34	1,37	1,01	0,912	1,22	2,73	1,82	0,094	949	702
30	2	1,38	1,76	1,73	0,992	1,16	1,57	3,47	2,31	0,094	724	536
30	2,3	1,57	2,00	1,93	0,983	1,29	1,77	3,87	2,58	0,094	636	471
30	2,5	1,70	2,16	2,06	0,976	1,37	1,90	4,12	2,74	0,094	590	436
30	2,9	1,94	2,47	2,29	0,964	1,53	2,14	4,59	3,06	0,094	516	382
30	3	2,00	2,54	2,35	0,960	1,56	2,20	4,69	3,13	0,094	501	370
32	1,5	1,13	1,44	1,68	1,08	1,05	1,40	3,35	2,09	0,101	886	699
32	2	1,48	1,88	2,13	1,06	1,33	1,80	4,26	2,66	0,101	676	533
32	2,3	1,68	2,15	2,38	1,05	1,49	2,03	4,76	2,98	0,101	594	468
32	2,5	1,82	2,32	2,54	1,05	1,59	2,18	5,08	3,17	0,101	550	434
32	2,9	2,08	2,65	2,83	1,03	1,77	2,46	5,67	3,54	0,101	480	379
32	3	2,15	2,73	2,90	1,03	1,82	2,53	5,81	3,63	0,101	466	368

Posibilidad de fabricar otras medidas y en otros aceros. Bajo consulta.

Ve a Configuración para activar Win

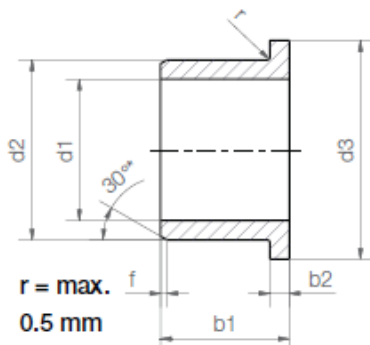


## 2.4.8. DADES COIXINETS IGLIDUR R, RFM-0810-05

Iglidur®  
R

### iglidur® R | Product Range

#### Flange bearing



Order key

**RFM-0608-06**



Length b1  
Outer diameter d2  
Inner diameter d1  
Metric  
Type (Form F)  
Material Iglidur® R

Dimensions according to ISO 3547-1 and special dimensions

\* thickness < 1 mm, chamfer = 20°

Chamfer in relation to the d1

d1 [mm]:    Ø 1-6    |    Ø 6-12    |    Ø 12-30    |    Ø > 30

f [mm]:        0.3        |        0.5        |        0.8        |        1.2

#### Dimensions [mm]

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	d3	b1 h13	b2
RFM-0405-04	4.0	+0.020 +0.068	5.5	9.5	4.0	0.75
RFM-0507-05	5.0	+0.020 +0.068	7.0	11.0	5.0	1.0
RFM-0608-06	6.0	+0.020 +0.068	8.0	12.0	6.0	1.0
RFM-0810-05	8.0	+0.025 +0.083	10.0	15.0	5.0	1.0
RFM-0810-10	8.0	+0.025 +0.083	10.0	15.0	10.0	1.0
RFM-1012-10	10.0	+0.025 +0.083	12.0	18.0	10.0	1.0
RFM-1012-18	10.0	+0.025 +0.083	12.0	18.0	18.0	1.0
RFM-1214-10	12.0	+0.032 +0.102	14.0	20.0	10.0	1.0
RFM-1214-12	12.0	+0.032 +0.102	14.0	20.0	12.0	1.0
RFM-1416-17	14.0	+0.032 +0.102	16.0	22.0	17.0	1.0
RFM-1517-17	15.0	+0.032 +0.102	17.0	23.0	17.0	1.0
RFM-1618-17	16.0	+0.032 +0.102	18.0	24.0	17.0	1.0
RFM-1820-17	18.0	+0.032 +0.102	20.0	26.0	17.0	1.0
RFM-2023-21	20.0	+0.040 +0.124	23.0	30.0	21.5	1.5
RFM-222529-045	22.0	+0.040 +0.124	25.0	29.0	4.5	1.5
RFM-2528-21	25.0	+0.040 +0.124	28.0	35.0	21.5	1.5





Innovation mit Kunststoffen

## Product Data Sheet



Iglus Qualitäts Management

### Product: iglidur<sup>®</sup> R

19.11.2013

#### General Properties:

density:	1.39 g/cm <sup>3</sup>
colour:	red
saturation with moisture absorption at 23°C / 50% r. h.:	0.2 weight %
saturation with water:	1.1 weight %

#### Mechanical Properties:

flexural modulus:	1950 MPa
flexural strength:	70 MPa
max. permissible surface pressure at 20 °C:	23 MPa
Shore D hardness:	77

#### Thermal Properties:

highest long term service temperature <sup>1)</sup> :	90°C
highest short term service temperature <sup>1), 2)</sup> :	110°C
highest short term ambient temperature <sup>1), 2)</sup> :	140°C
lowest service temperature:	-50°C

#### Electrical Properties:


specific volume resistivity:	>10 <sup>12</sup> Ωcm
surface resistivity:	>10 <sup>12</sup> Ω

<sup>1)</sup> relaxation possible

<sup>2)</sup> without additional load; no movement



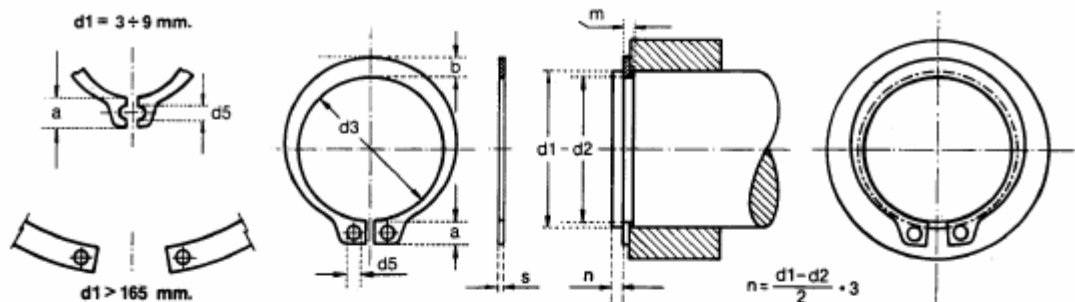
## 2.4.9. CATÀLEG ANELLS SEEGER



# ANILLOS SEEGER PARA EJES

Anillos de Retención

## DIN 471



Technical drawings of Seeger rings showing cross-sections and dimensions. The drawings include: a cross-section of a ring with dimensions  $d1 = 3 \div 9 \text{ mm}$  and  $d5$ ; a cross-section of a ring with dimensions  $d1 > 165 \text{ mm}$  and  $d5$ ; a cross-section of a ring with dimensions  $d3$ ,  $d5$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $m$ ,  $n$ , and  $s$ ; a cross-section of a ring with dimensions  $d1-d2$  and  $n = \frac{d1-d2}{2} + 3$ ; and a cross-section of a ring with dimensions  $d1$ ,  $d2$ , and  $n$ .

Med.Nom.	ANILLO						RANURA		
d1	s h 11	d3	Tolerancia d3	a ≈	b ≈	d5 Min.	d2	Tolerancia d2	m Min.
3	0,4	2,7	+0,04 -0,15	1,9	0,8	1,0	2,8	-0,04	0,50
4		3,7		2,2	0,9		3,8		0,70
5		4,7		2,5	1,1		4,8		
6	0,7	5,6	+0,06 -0,18	2,7	1,3	1,2	5,7	-0,06	0,80
7	0,8	6,5		3,1	1,4		6,7		0,90
8		7,4		3,2	1,5		7,6		
9		1,0	8,4	+0,10 -0,36	3,3	1,8	1,5	8,6	-0,11
10	9,3		9,6						
11	10,2		10,5						
12	1,0	11,0	+0,13 -0,42	3,4	2,0	1,7	11,5	-0,15	1,30
13		11,9					12,4		
14		12,9					13,4		
15	1,2	13,8	+0,21 -0,42	3,5	2,1	2,0	14,3	-0,21	1,60
16		14,7					15,2		
17		15,7					16,2		
18	1,2	16,5	+0,25 -0,50	3,6	2,2	2,5	17,0	-0,25	1,85
19		17,5					18,0		
20		18,5					19,0		
21	1,5	19,5	+0,25 -0,50	4,0	2,6	2,5	20,0	-0,25	1,85
22		20,5					21,0		
23		21,5					22,0		
24	1,5	22,2	+0,25 -0,50	4,1	2,7	2,0	22,9	-0,25	1,85
25		23,2					23,9		
26		24,2					24,9		
27	1,5	24,9	+0,25 -0,50	4,2	2,8	2,5	25,6	-0,25	1,85
28		25,9					26,6		
29		26,9					27,6		
30	1,75	27,9	+0,25 -0,50	4,3	2,9	2,5	28,6	-0,25	1,85
31		28,6					29,3		
32		29,6					30,3		
33	1,75	30,5	+0,25 -0,50	4,4	3,0	2,5	31,3	-0,25	1,85
34		31,5					32,3		
35		32,2					33,0		
36	1,75	33,2	+0,25 -0,50	4,5	3,1	2,5	34,0	-0,25	1,85
37		34,2					35,0		
38		35,2					36,0		



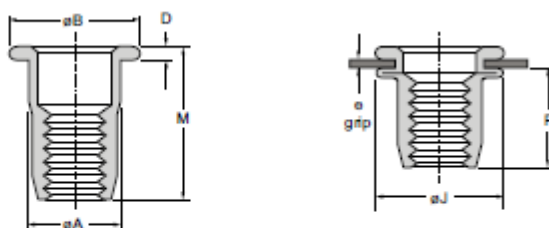
## 2.4.10. CATÀLEG ROSQUES REBLONADES


### Eurosert® 9408



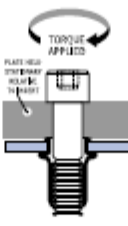
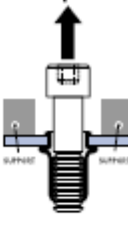
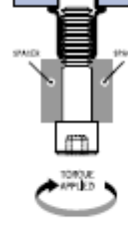
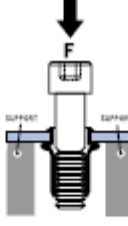
English	Français	Deutsch	Italiano	Español
Large flange	A collerette	Flachkopf	Flangiato	Ala Ancha
Splined body	Fût cannelé	Gerändelter Schaft	Corpo zigrinato	Cuerpo estriado
Low carbon steel*	Acier bas carbone*	Stahl*	Acciaio a basso tenore di carbonio*	Acero bajo en carbono*
Zinc plated	Revêtement zingué	Verzinkt	Zincato	Zincado
Clear trivalent passivated	Passivation claire trivalente	Klar chromatiert, Cr6-frei	Passivazione chiara trivalente	Pasivado claro trivalente

\* : DIN EN 10263-2 Qst 34-3, BS EN/DIN 10263-2 C8C, Werkstoff 1.0213, SAE 1008



Thread / filetage / Gewinde / filetto / rosca	e (grip)			aA	aB	D	aJ	M	P	Part No/ref
	min.	max.		max.	max.	±0.13	max.	nom.	max.	
M3 x 0.5	0.25	2.00	5.00	4.95	8.20	0.75	7.40	10.50	6.00	09408-72314
M4 x 0.7	0.25	3.00	6.00	5.95	9.20	0.75	8.80	11.50	7.10	09408-72415
	3.00	4.50						13.00		09408-72417
M5 x 0.8	0.25	3.00	7.00	6.95	10.20	1.00	10.20	13.00	7.90	09408-72517
	3.00	5.50						15.50		09408-72520
M6 x 1.0	0.50	3.00	9.00	8.95	13.20	1.50	12.70	16.00	9.40	09408-72621
	3.00	5.50						18.50		09408-72623
M8 x 1.25	0.50	3.00	11.00	10.95	16.40	1.50	15.00	17.50	11.00	09408-72822
	3.00	5.50						20.00		09408-72825
M10 x 1.5	0.50	3.50	13.00	12.95	18.90	2.25	17.50	22.00	14.50	09408-72028
	3.50	6.00						25.00		09408-72031

all dimensions in mm / en millimètres / alle Maße in mm / in millimetri / en milímetros

Thread / filetage / Gewinde / filetto / rosca	 Recommended max. torque	 Pull-out	 Torque-to-turn	 Push-out
	Nm max.	kN	Nm min.	kN
M3 x 0.5	1.5	4.2	1.1	1.8
M4 x 0.7	5.1	5.5	2.2	2.9
M5 x 0.8	7.9	8.0	3.4	4.2
M6 x 1.0	12.4	10.8	4.7	6.5
M8 x 1.25	32.0	12.5	6.8	7.9
M10 x 1.5	45.0	17.3	16.7	10.7





## 2.4.11. CATÀLEG TIPUS DE CARGOLS





























FICHA TÉCNICA

INDEX  
FIXING SYSTEMS

TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA	Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985		
Referencia: FT MET-es	Fecha: 06/04/18	Revisión: 4	Página: 2 de 12

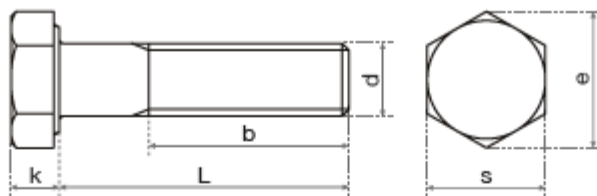
1. GAMA

ITEM	CÓDIGO	NORMA	FOTO	CABEZA	HUELLA	MATERIAL
1	T084	DIN 84		 Cilíndrica	 Ranurada	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
2	T963	DIN 963		 Avellanada	 Ranurada	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
3	T965	DIN 965		 Avellanada	 Ph	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
4	T985	DIN 985		 Alombada	 Ph	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
5	D933	DIN 933		 Hexagonal	 Hexagonal	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
6	D912	DIN 912		 Cilíndrica	 Allen	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
7	D603	DIN 603		 remache con cuello cuadrado	 Inviolable	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
8	D934	DIN 934		 Hexagonal		Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
9	D985	DIN 985		 Hexagonal		Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
10	D125	DIN 125			—	Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
11	D127	DIN 127			—	Acero clase 6 UNE EN 20898-2. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
12	D9021	DIN 9021			—	Acero clase 6 UNE EN 20898-2. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042



## 2.4.12. CATÀLEG CARGOLS HEXAGONALS ROSCA PARCIAL

### TORNILLO CABEZA HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL HEXAGON HEAD SCREWS, PARTIAL THREAD



Inox A2 ■  
Inox A4 ■  
Acero 8.8 ■  
Acero 10.9 ■  
Acero 12.9 ■

d	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
L							
30	■	■					
35	■	■					
40	■	■					
45	■	■					
50	■	■					
55		■					
60		■					
65		■					
70		■					
75		■					
80		■					
90		■					
100		■					
110		■					
120		■					
130		■					
140		■					
150		■					
160		■					
170		■					
180		■					
190		■					
200		■					
210		■					
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
320							
340							
360							
380							
400							

k	3,5	4	5,3	6,4	7,5	8,8	10
e	8,79	11,05	14,38	18,90	21,10	24,49	26,75
s	8	10	13	17	19	22	24
b (L≤125)	16	18	22	26	30	34	38
b (125<L≤200)	-	24	28	32	36	40	44
b (L>200)	-	-	-	45	49	53	57



## 2.4.13. CATÀLEG FEMELLES HEXAGONALS

### TUERCA DIN 934



#### DESCRIPCIÓN

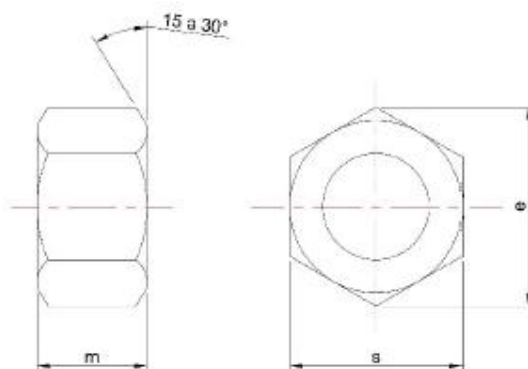
Tuerca métrica de acero cincado electrolítico

Calidad acero 4.6

Cumple con norma DIN 934



#### DIMENSIONES:



Código	Métrica	s (mm)	m (mm)	e(mm)
22200010	5/32	7	3,88	7,91
22200046	M4	7	3,2	7,66
22200050	M5	8	4	8,76
22200068	M6	10	5	11,05
22200081	M8	13	6,5	14,38
22200101	M10	17	8	18,90
22200123	M12	19	10	21,10
22200140	M14	22	11	24,49
22200167	M16	24	13	26,75
22200180	M18	27	15	29,56
22200200	M20	30	16	32,95
22200220	M22	32	18	35,03
22200240	M24	36	19	39,55



## 2.4.14. CATÀLEG VARILLES ROSCADES

### 13/ TORNILLERÍA Y REMACHES

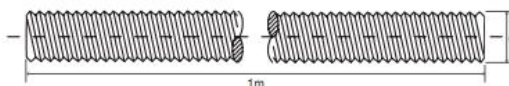
ESPÁRRAGOS ALLEN Y VARILLA ROSCADA

#### ESPÁRRAGOS ALLEN Y VARILLA ROSCADA

##### 1. Varilla Roscada.

##### DIN 975

ROSCA MÉTRICA. VARILLAS DE 1 m

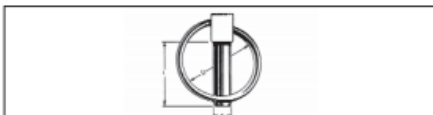


Calidad Hierro Ref. catálogo	Calidad 8.8 Ref. catálogo	Calidad Zincado Ref. catálogo	Calidad Inox. Ref. catálogo	Medidas Ø (Sistema métrico)
13040001	13040013	13040025	13040037	M3
13040002	13040014	13040026	13040038	M4
13040003	13040015	13040027	13040039	M5
13040004	13040016	13040028	13040040	M6
13040005	13040017	13040029	13040041	M8
13040006	13040018	13040030	13040042	M10
13040007	13040019	13040031	13040043	M12
13040008	13040020	13040032	13040044	M14
13040009	13040021	13040033	13040045	M16
13040010	13040022	13040034	13040046	M18
13040011	13040023	13040035	13040047	M20
13040012	13040024	13040036	13040048	M22



#### 2.4.15. CATÀLEG PASSADOR ARTICULAT

### PASADOR ARTICULADO



- Torneado en acero de primera calidad, galvanizado, bicromatado.
- Con anillo elástico pretensado.
- Para fijar pasadores, tubos, varillas, etc..
- Montaje y desmontaje fácil y rápido.
- Reutilizable.

Ø mango A (mm)	Ø interior D (mm)	L1 (mm)	Art. N°	U/E
4,5	34	40	0472 45	25
6	37		0472 6	
8			0472 8	
10			0472 10	
11			0472 11	



## 2.4.16. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS CARGOLS

Características mecánicas		Clases de calidad										
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 <sup>1)</sup>		9.8 <sup>3)</sup>	10.9	12.9
								d<16 mm.	d>16 mm. <sup>2)</sup>			
Resistencia a la tracción $R_m$ <sup>4)</sup> N/mm <sup>2</sup>	nom.	300	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
	mín.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Dureza Vickers HV F ≥ 98N	mín.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	máx.	250	250	250	250	250	250	320	335	360	380	435
Dureza Brinell HB F = 30 D <sup>2</sup>	mín.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	máx.	238	238	238	238	238	238	304	318	342	361	414
Dureza Rockwell HR	mín.	HRB	52	67	71	79	82	89	-	-	-	-
		HRC	-	-	-	-	-	-	22	23	28	39
HR	máx.	HRB	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	-	-	-	-
		HRC	-	-	-	-	-	-	32	34	37	44
Dureza superf. HV 0,3	máx.	-	-	-	-	-	-	5)	5)	5)	5)	5)
Límite inferior de fluencia $R_{el}$ <sup>6)</sup> N/mm <sup>2</sup>	nom.	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	-
	mín.	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	-
Límite convencional de elasticidad $R_p$ 0,2 N/mm <sup>2</sup>	nom.	-	-	-	-	-	-	640	640	720	900	1080
	mín.	-	-	-	-	-	-	640	660	720	940	1100
Esfuerzo bajo carga de prueba Sp	Sp/ $R_{el}$ o Sp/ $R_p$ 0,2	0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
	N/mm <sup>2</sup>	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
Alargamiento después de la ruptura A5%	mín.	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8
Resistencia a la tracción bajo carga de cuña	mín.	Los valores para tornillos y bulones enteros (no los espárragos) deben ser iguales a los valores mínimos de resistencia a la tracción indicados anteriormente.										
Resiliencia		-	-	-	25	-	-	30	30	25	20	15
Solidez de la cabeza		No hay rotura										
Altura mínima de la zona de rosca no descarburada, E		-	-	-	-	-	-	1/2H <sub>1</sub>	1/2H <sub>1</sub>	1/2H <sub>1</sub>	2/3H <sub>1</sub>	3/4H <sub>1</sub>
Profundidad máx. de descarburación, G		-	-	-	-	-	-	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015



## 2.4.17. TAULA PROPIETATS MECÀNIQUES DELS ACERS

### Características mecánicas

CTE DB SE-A (aceros en chapas y perfiles) Designación	espesor nominal t (mm)			
	Tensión de límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$
S235	235	225	215	360
S275	275	265	255	410
S355	355	345	335	470
S450	450	430	410	550

EAE (Aceros laminados en caliente) Designación	espesor $t \leq 40$ mm		40 mm < espesor $t \leq 80$ mm	
	Límite elástico	Tensión de rotura	Límite elástico	Tensión de rotura
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
S 235	235	360< $f_u$ <510	215	360< $f_u$ <510
S 275	275	430< $f_u$ <580	255	410< $f_u$ <560
S 355	355	490< $f_u$ <680	335	470< $f_u$ <630

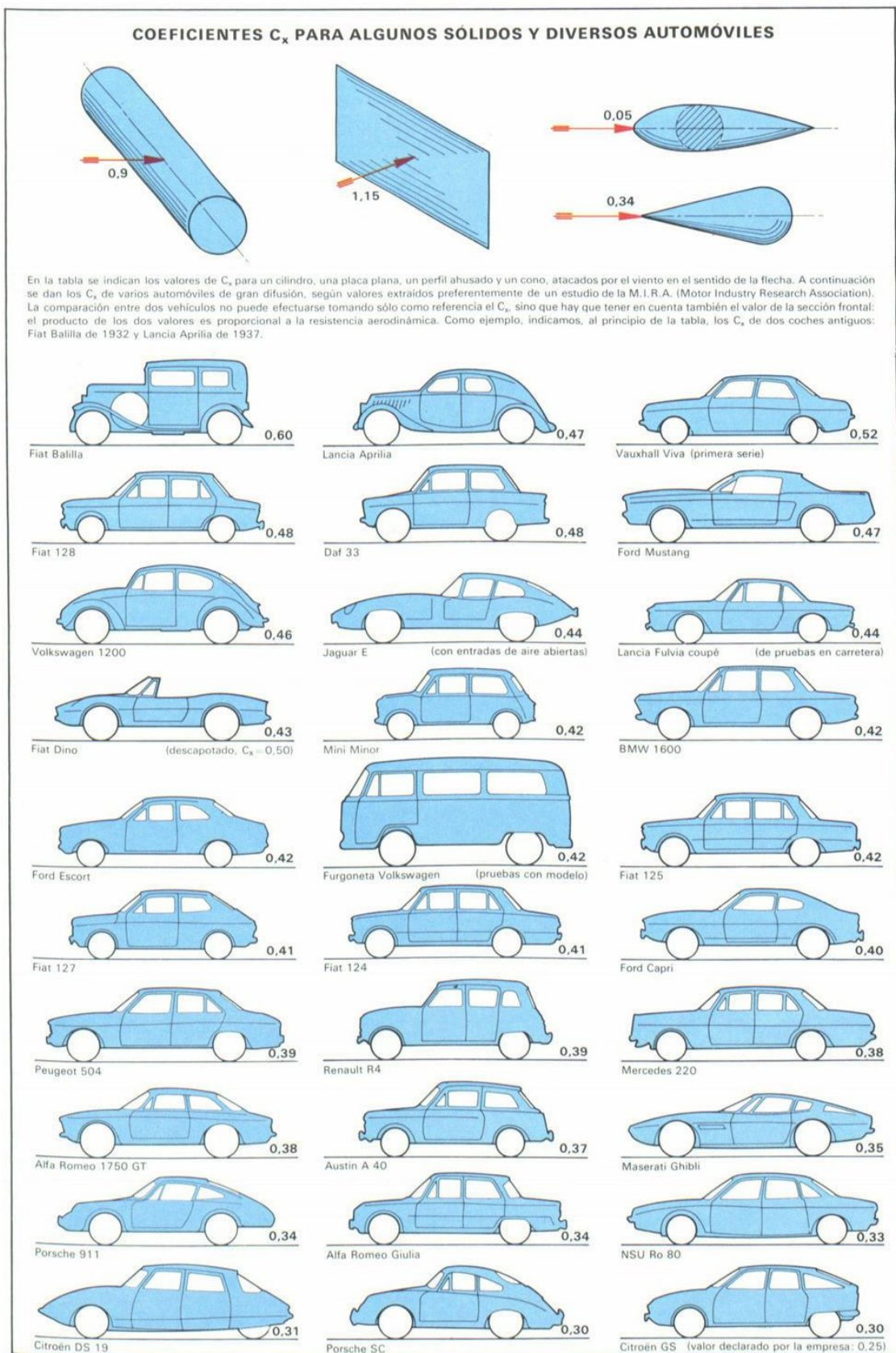
Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

Módulo de Elasticidad	Módulo de Rigidez	Coefficiente de Poisson	Coefficiente de dilatación térmica	Densidad
E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\alpha$ (°C) <sup>-1</sup>	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
210.000	81.000	0,3	$1,2 \cdot 10^{-5}$	7.850





## 2.4.18. TAULA DELS COEFICIENTS DE RESISTÈNCIA AMB L'AIRE





# 3. PLÀNOLS



## ÍNDEX

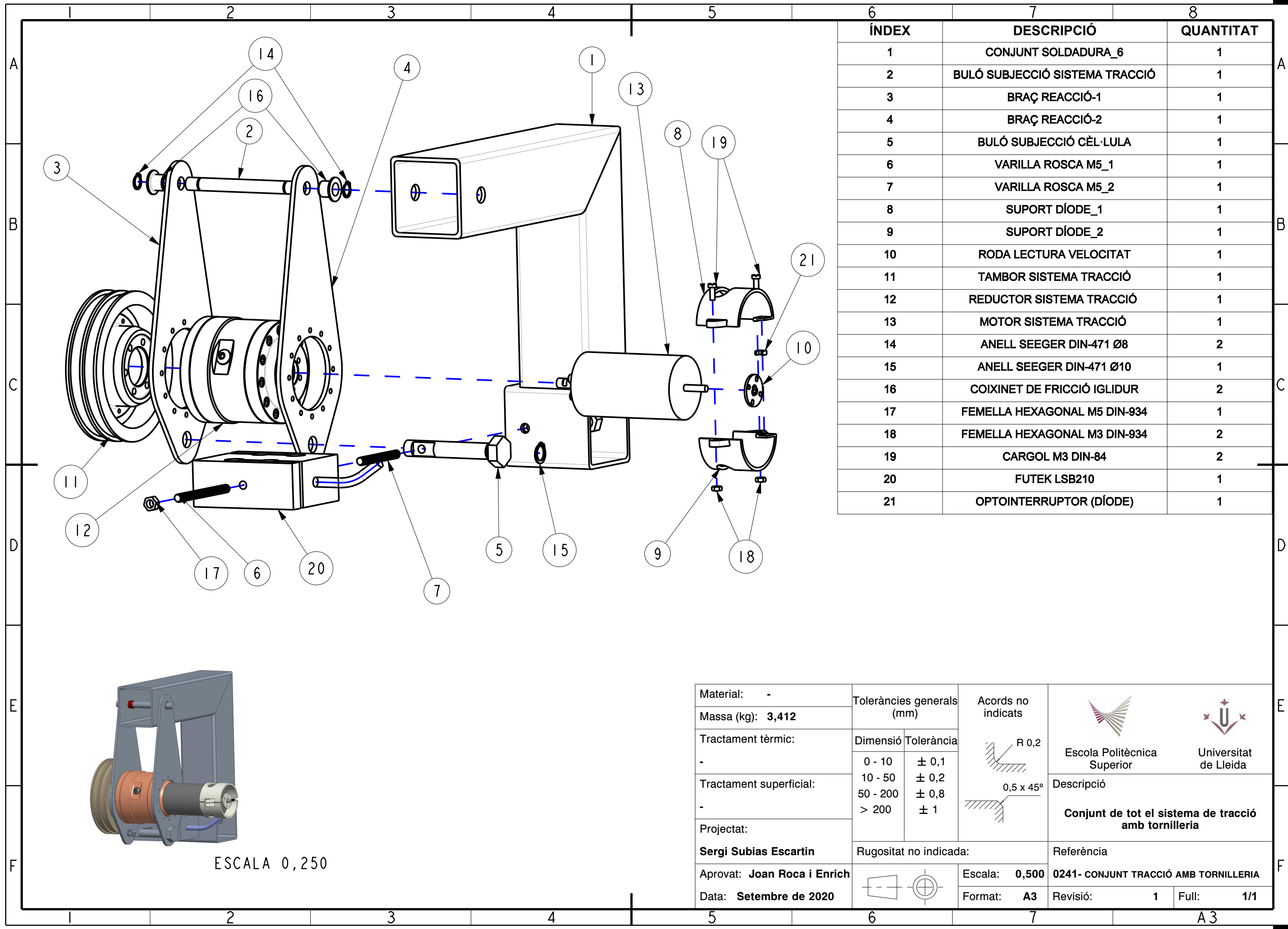
3.1.	ÍNDEX DELS PLÀNOLS.....	2
3.2.	PLÀNOL GENERAL DE L'EQUIP.....	REF 0141
3.2.1.	PLÀNOL CONJUNT DE TRACCIÓ.....	REF 0241
3.2.1.1.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_6.....	REF 0341
3.2.1.1.1.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_1.....	REF 0441
3.2.1.1.2.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_2.....	REF 0541
3.2.1.1.3.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 50_3.....	REF 0641
3.2.1.2.	PLÀNOL BULÓ SUBJECCIÓ SISTEMA TRACCIÓ.....	REF 0741
3.2.1.3.	PLÀNOL BRAÇ REACCIÓ_1.....	REF 0841
3.2.1.4.	PLÀNOL BRAÇ REACCIÓ_2.....	REF 0941
3.2.1.5.	PLÀNOL BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA.....	REF 1041
3.2.1.6.	PLÀNOL VARILLA ROSCADA M5_1.....	REF 1141
3.2.1.7.	PLÀNOL VARILLA ROSCADA M5_2.....	REF 1241
3.2.1.8.	PLÀNOL SUPORT DÍODE_1.....	REF 1341
3.2.1.9.	PLÀNOL SUPORT DÍODE_2.....	REF 1441
3.2.1.10.	PLÀNOL RODA LECTURA VELOCITAT.....	REF 1541
3.2.2.	PLÀNOL CONJUNT DE LES RODES.....	REF 1641
3.2.2.1.	PLÀNOL XAPA SUBJECCIÓ RODA.....	REF 1741
3.2.2.2.	PLÀNOL COIXINET RODES.....	REF 1841
3.2.2.3.	PLÀNOL EIX RODES.....	REF 1941
3.2.3.	PLÀNOL CONJUNT DE L'ESQUELET.....	REF 2041
3.2.3.1.	PLÀNOL BASE METACRILAT.....	REF 2141
3.2.3.2.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_5.1.....	REF 2241
3.2.3.2.1.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_1.....	REF 2341
3.2.3.2.1.1.	PLÀNOL PERFIL CIRCULAR 30_1.....	REF 2441
3.2.3.2.1.2.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_4.....	REF 2541
3.2.3.2.2.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_5.....	REF 2641
3.2.3.2.2.1.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_2.....	REF 2741
3.2.3.2.2.1.1.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_1.....	REF 2841
3.2.3.2.2.1.2.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_2.....	REF 2941
3.2.3.2.2.1.3.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_3.....	REF 3041
3.2.3.2.2.1.4.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_5.....	REF 3141
3.2.3.2.2.2.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_3.....	REF 3241
3.2.3.2.2.2.1.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_7.....	REF 3341
3.2.3.2.2.2.2.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_8.....	REF 3441
3.2.3.2.2.3.	PLÀNOL CONJUNT SOLDADURA_4.....	REF 3541
3.2.3.2.2.3.1.	PLÀNOL XAPA REGULACIÓ.....	REF 3641
3.2.3.2.2.3.2.	PLÀNOL PERFIL QUADRAT 40_6.....	REF 3741
3.2.4.	PLÀNOL CONJUNT MOTOR COTXE.....	REF 3841
3.2.4.1.	PLÀNOL SUPORT DIODE COTXE_1.....	REF 3941
3.2.4.2.	PLÀNOL SUPORT DIODE COTXE_2.....	REF 4041



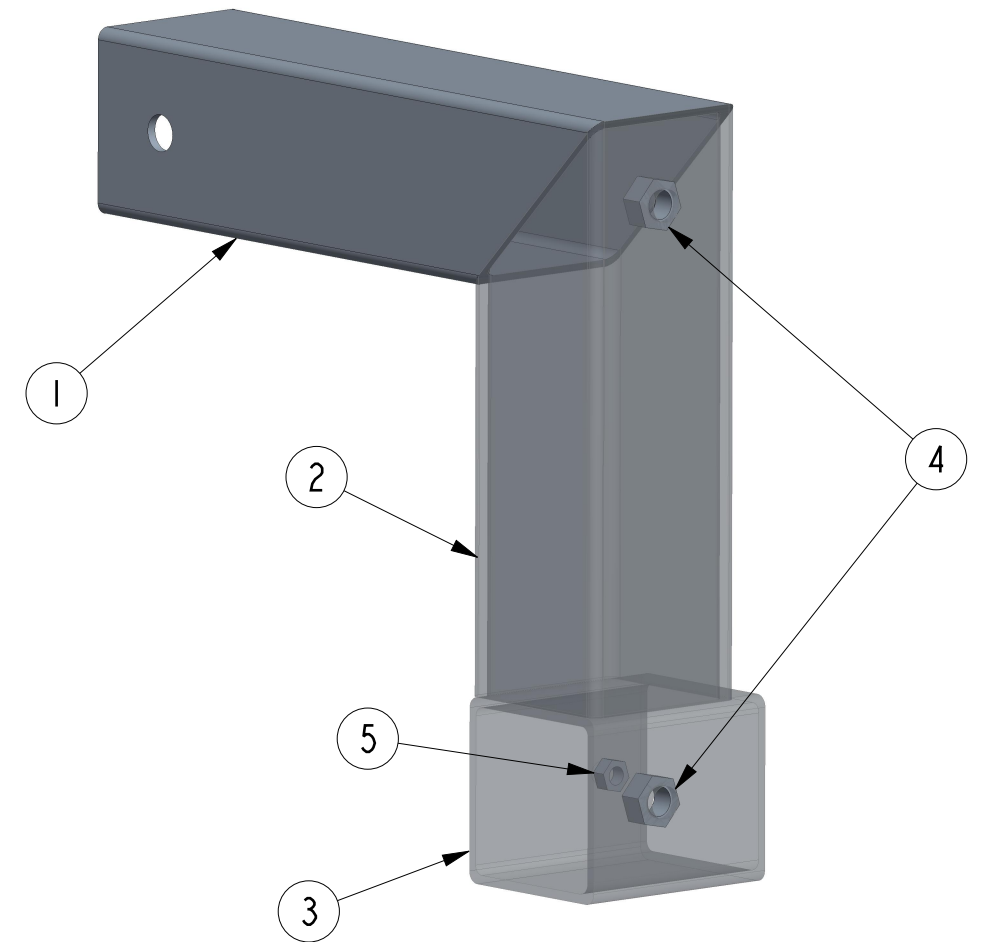
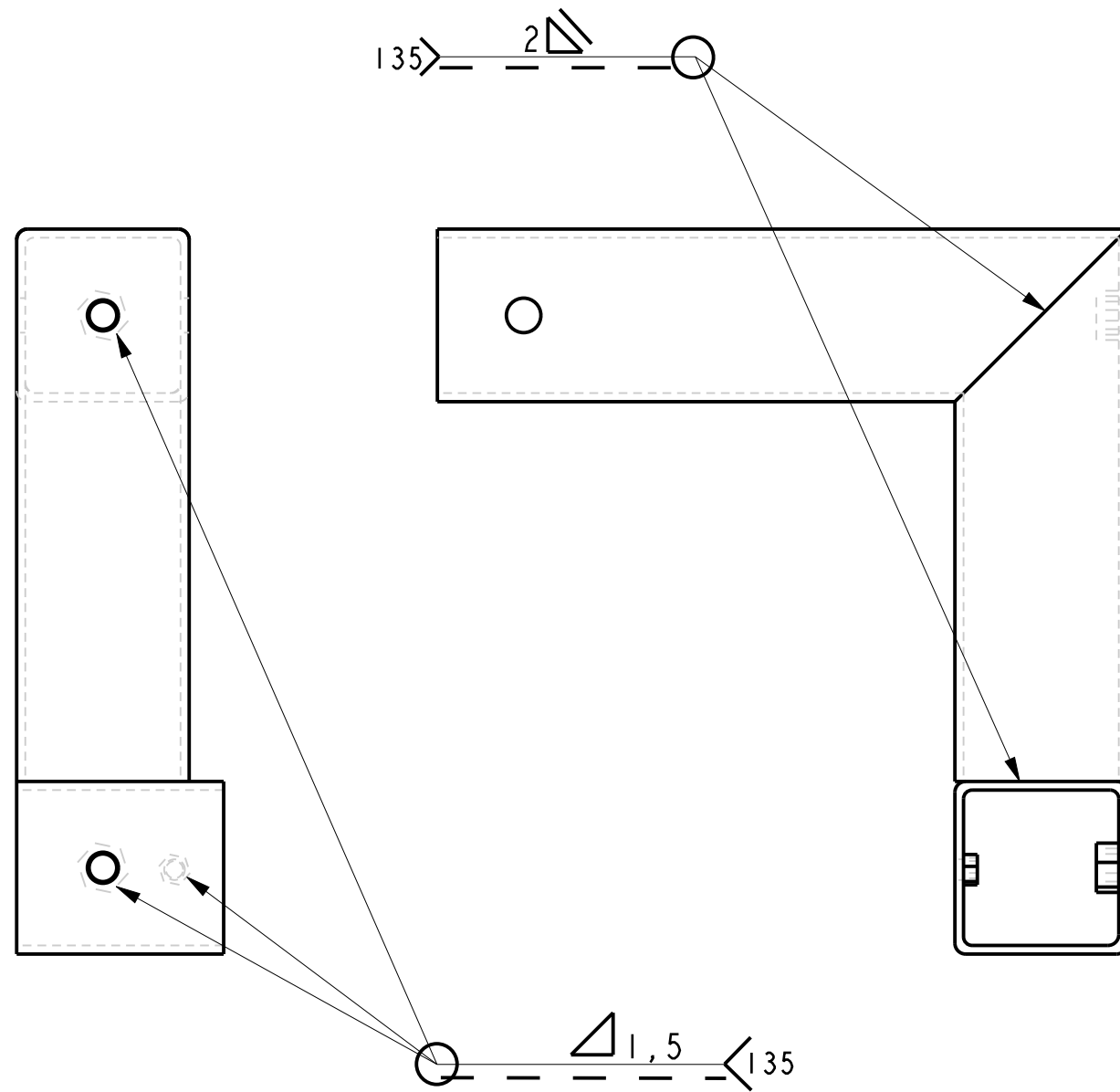
3.2.4.3. PLÀNOL RODA LECTURA VELOCITAT COTXE..... REF 4141







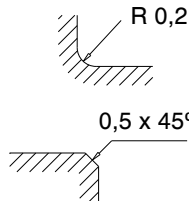
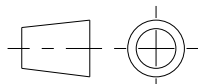


6	7	8
ÍNDEX	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	PERFIL QUADRAT 50_1	1
2	PERFIL QUADRAT 50_2	1
3	PERFIL QUADRAT 50_3	1
4	FEMELLA HEXAGONAL M8 DIN934	2
5	FEMELLA HEXAGONAL M5 DIN 934	1

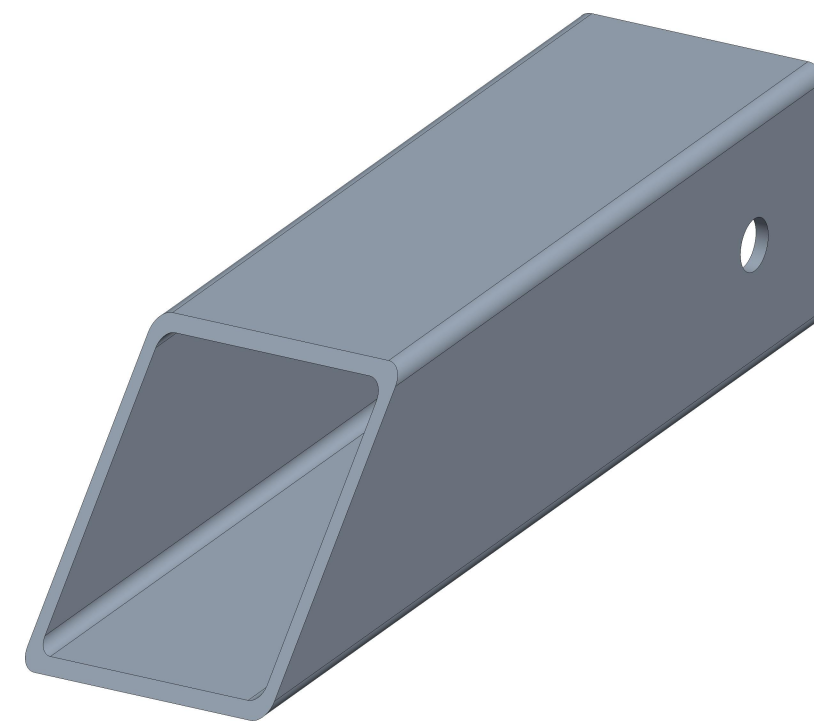
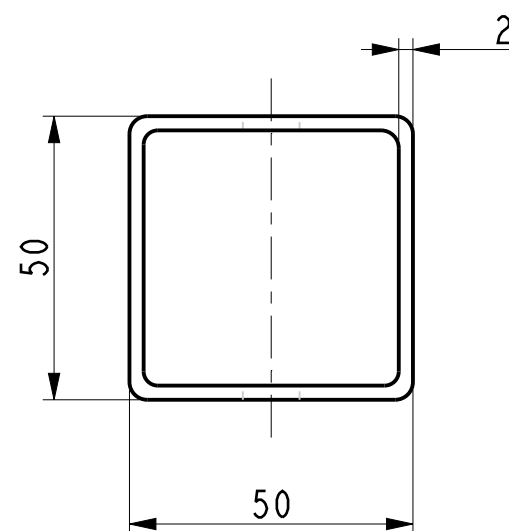
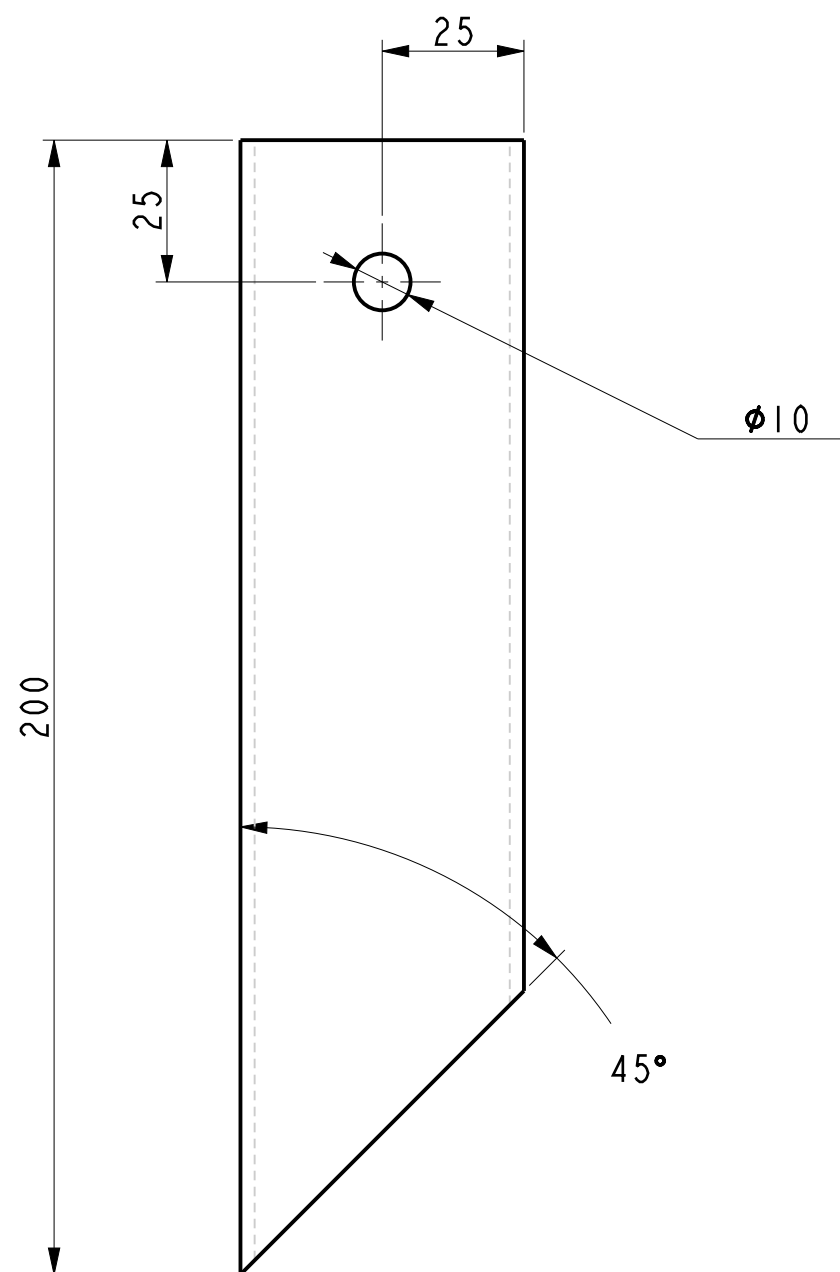




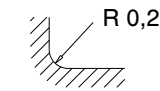
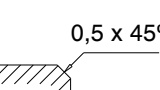
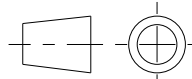
\*EL PERFIL QUADRAT 50\_3 S'HAURÀ DE COL·LOCAR PERFECTAMENT ALINEAT AMB EL COSTAT DELS ALTRES DOS PERFILS, DE TAL MANERA QUE EL FORAT DE Ø6 ES SITUÏ MÉS APROP DE LA PART INFERIOR.

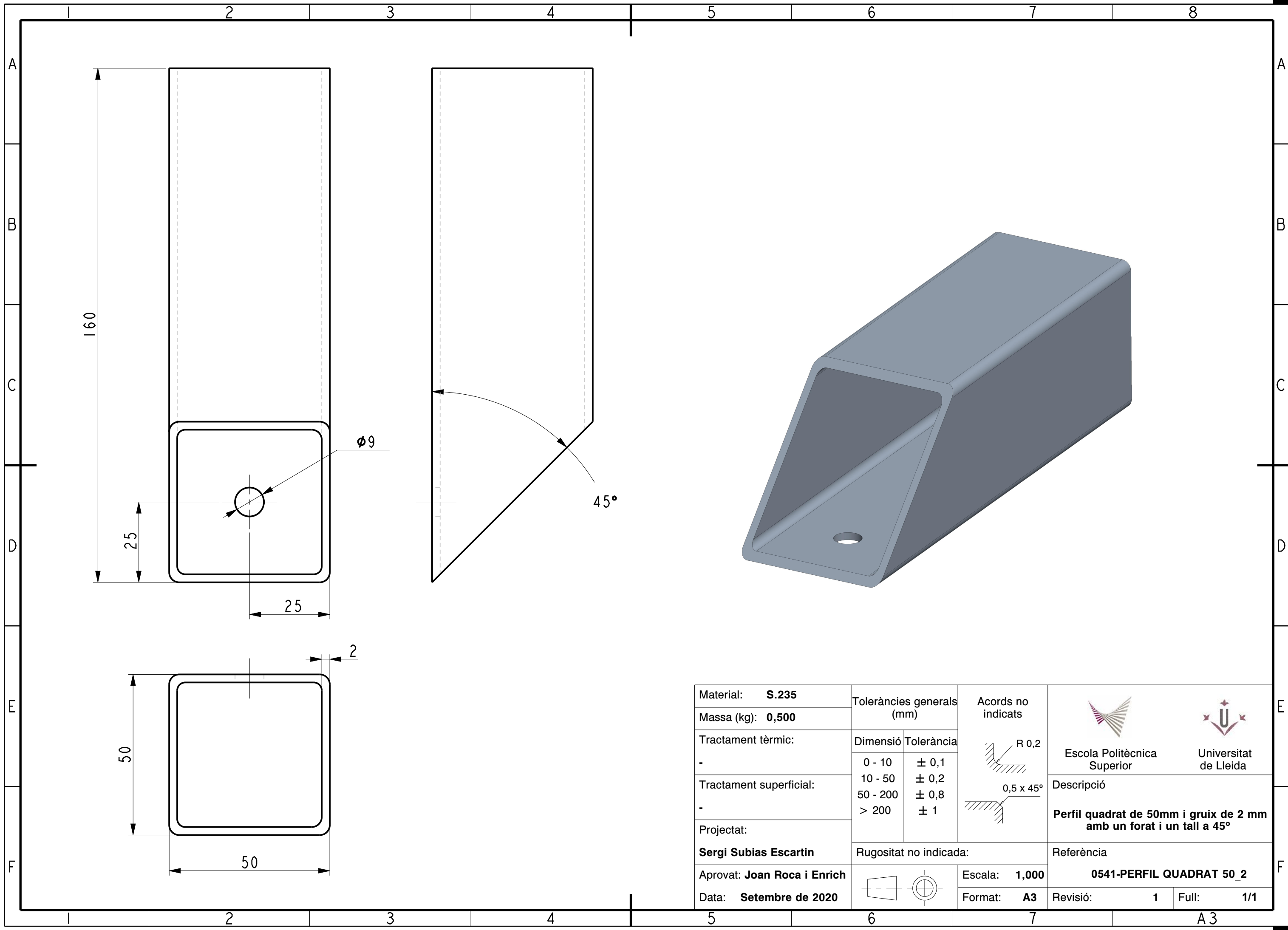
\*PINTAR TOT EL CONJUNT AMB RAL-2003



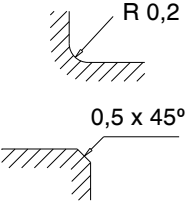
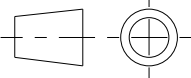
Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): 1,378						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància				
-						
Tractament superficial:						
-						
Projectat:	Rugositat no indicada:		Descripció			
Sergi Subias Escartin			Perfils quadrats i femelles soldades per formar el suport del sistema de tracció			
Aprovat: Joan Roca i Enrich			Escala: 0,500	Referència  0341-CONJUNT SOLDADURA_6		
Data: Setembre de 2020			Format: A3			

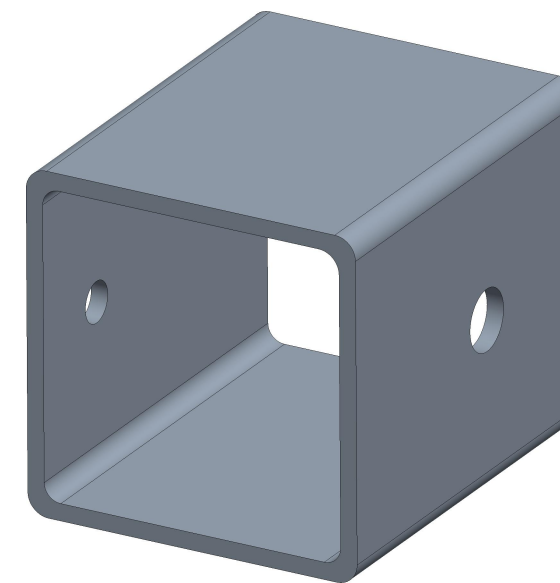
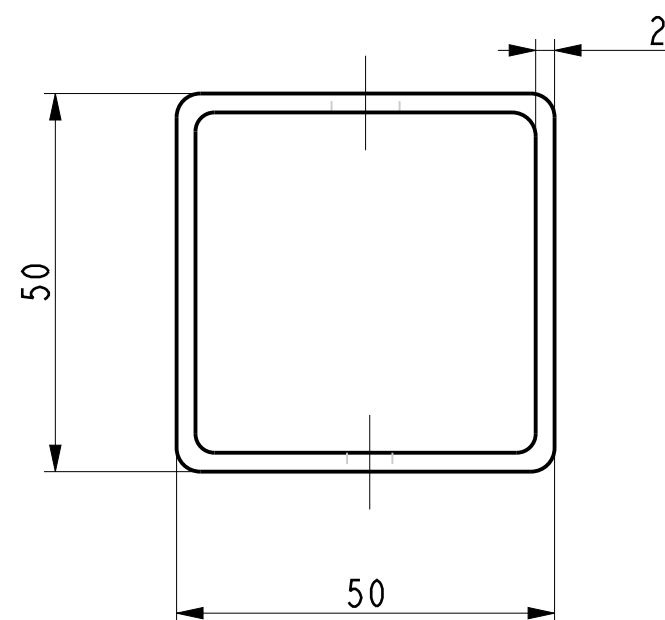
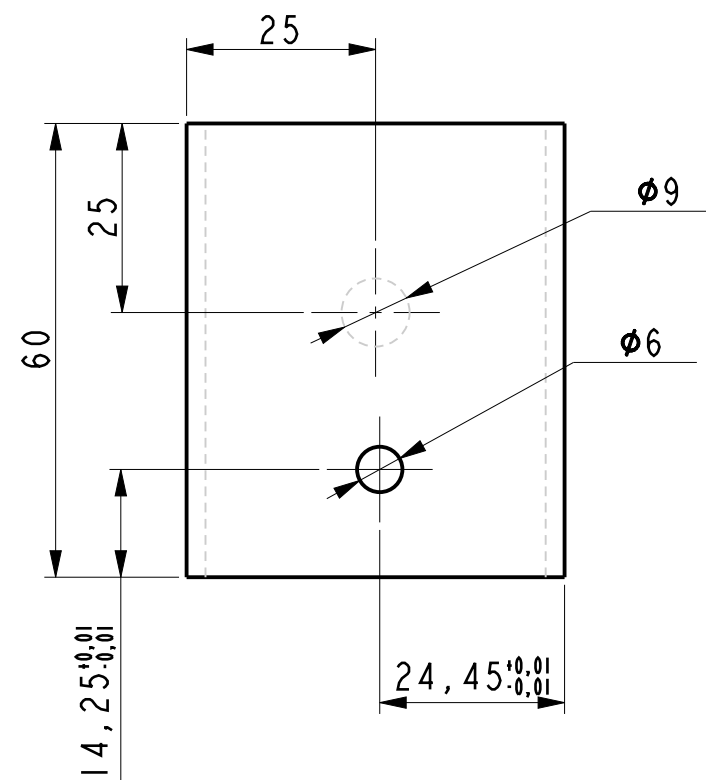




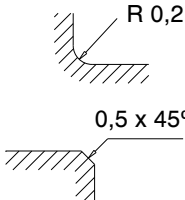
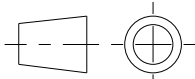


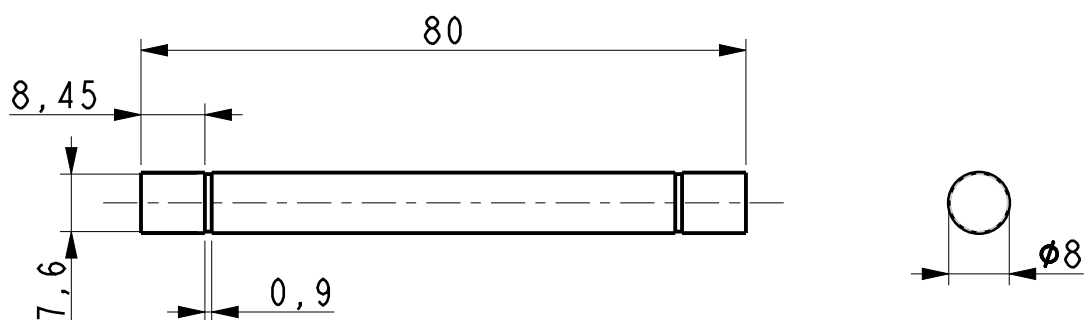
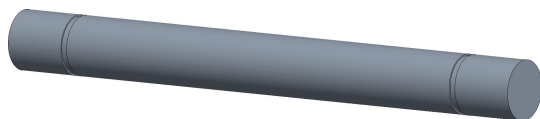
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg): <b>0,646</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 	Descripció	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2		<b>Perfil quadrat de 50mm i gruix de 2mm amb un forat passant i un tall a 45°</b>	
	50 - 200	± 0,8			
-	> 200	± 1	Referència		<b>0441-PERFIL QUADRAT 50_1</b>
Projectat:	Rugositat no indicada:		Escala: <b>0,750</b>		
<b>Sergi Subias Escartin</b>			Format: <b>A3</b>		
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Revisió: <b>1</b>		Full: <b>1/1</b>
Data: <b>Setembre de 2020</b>					



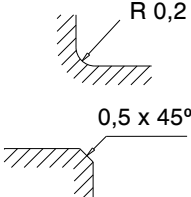


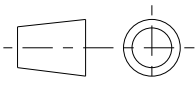
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,500</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
-			Descripció  <b>Perfil quadrat de 50mm i gruix de 2 mm amb un forat i un tall a 45°</b>			
Projectat:						
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:			Referència  <b>0541-PERFIL QUADRAT 50_2</b>		
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,000</b>			
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>	Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	

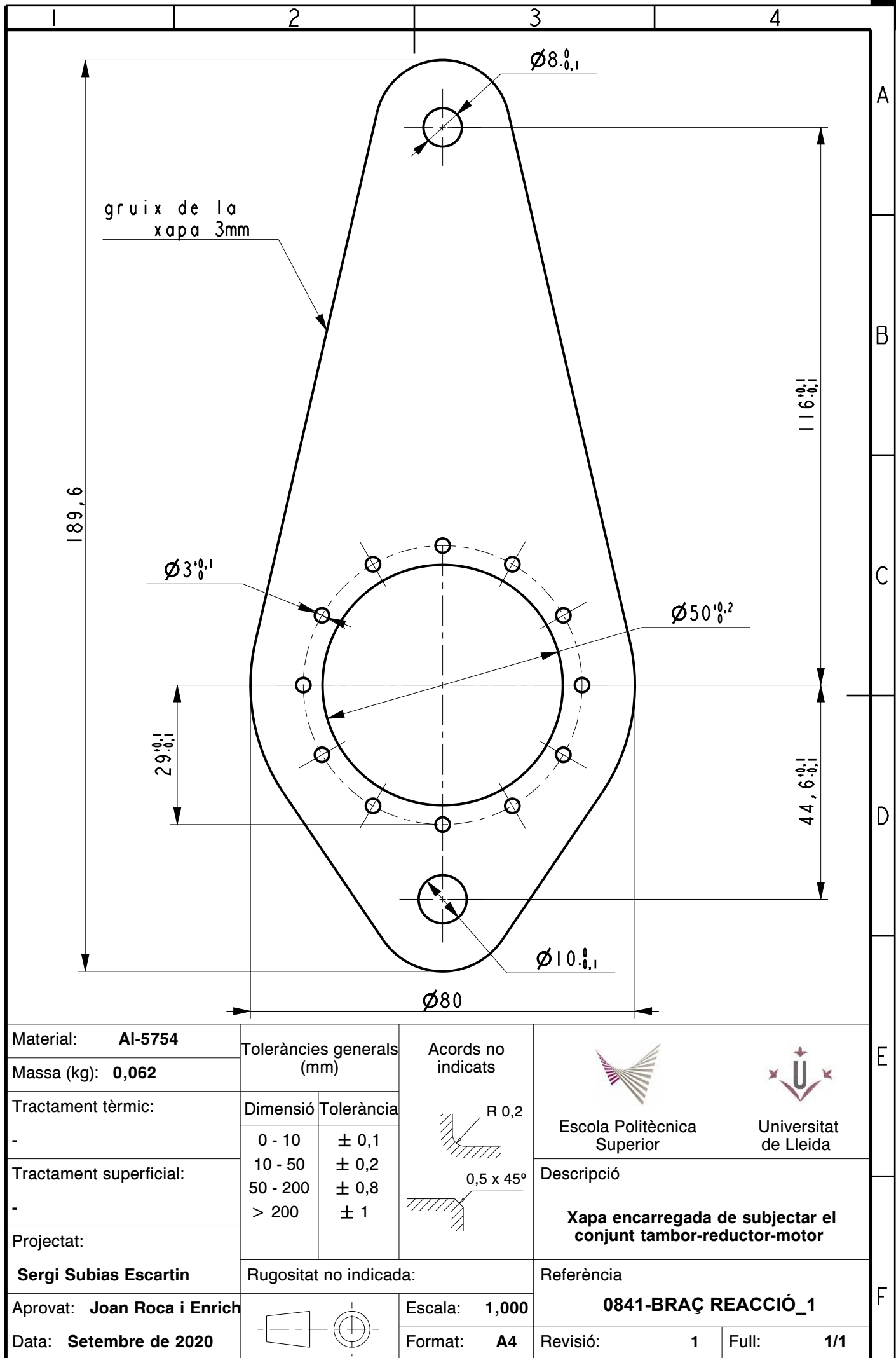


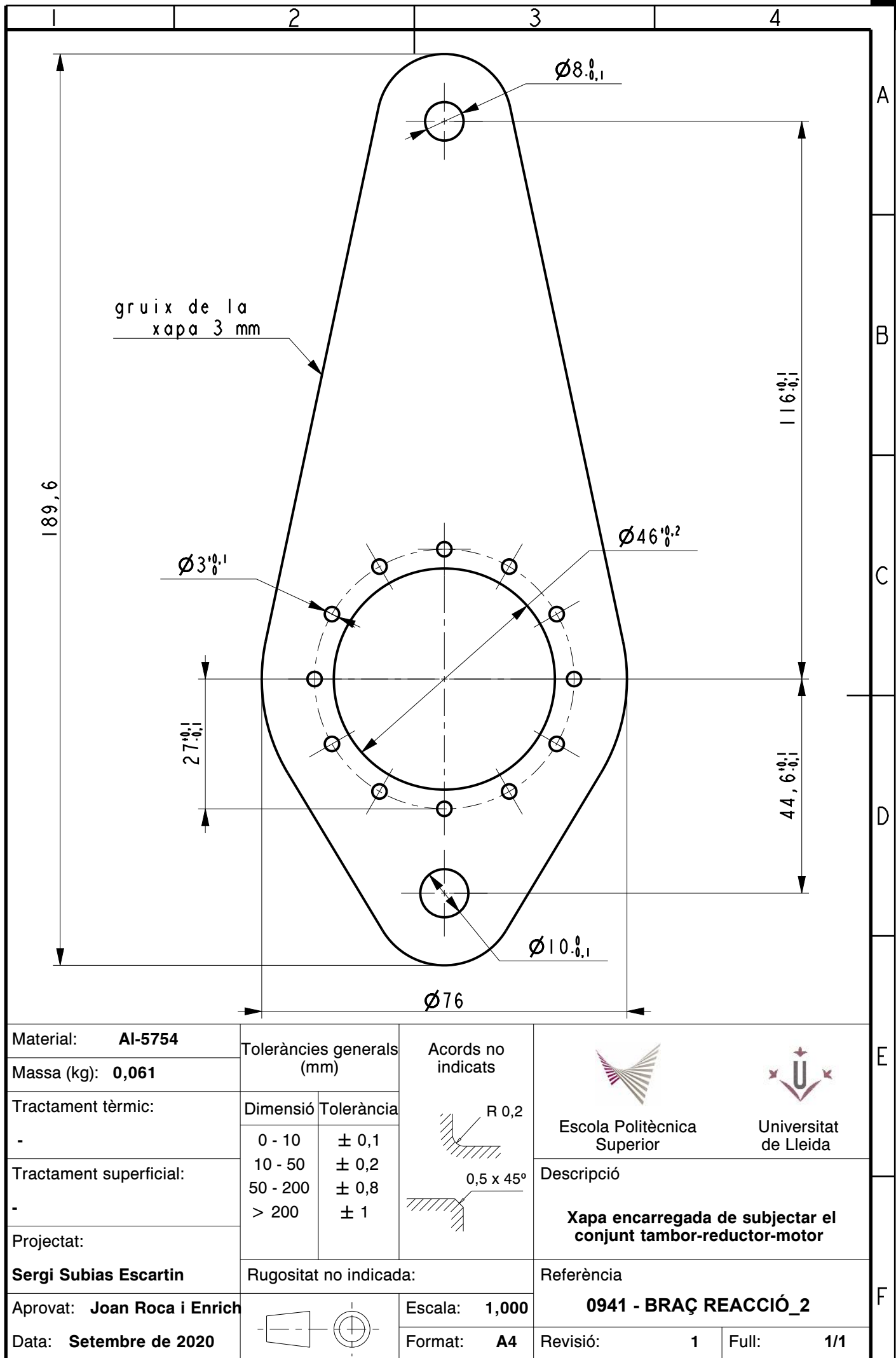
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg): <b>0,221</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2		<b>Perfil quadrat de 50mm i gruix de 2mm amb dos forats</b>	
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
-			Referència		
Projectat:	Rugositat no indicada:				<b>0641-PERFIL QUADRAT 50_3</b>
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,000</b>	<b>1</b>	
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>		



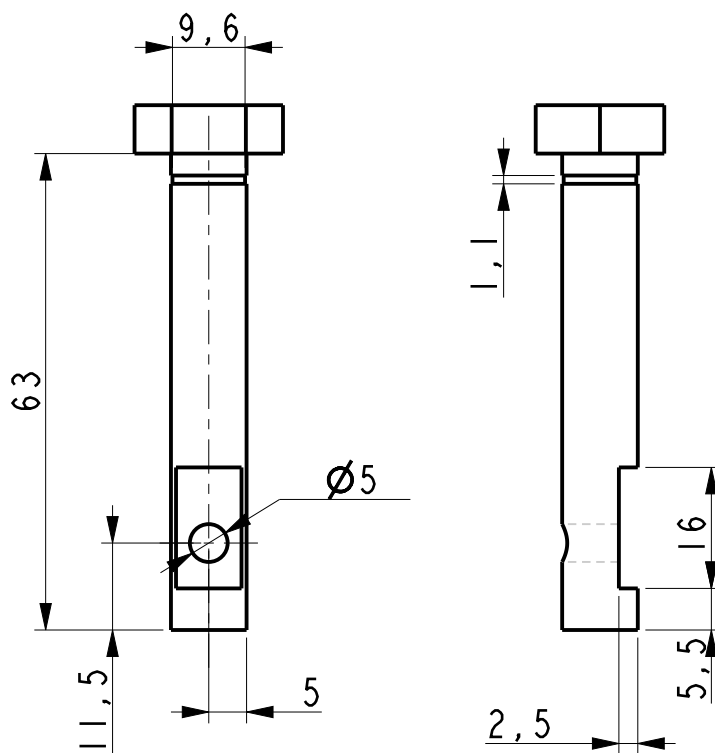
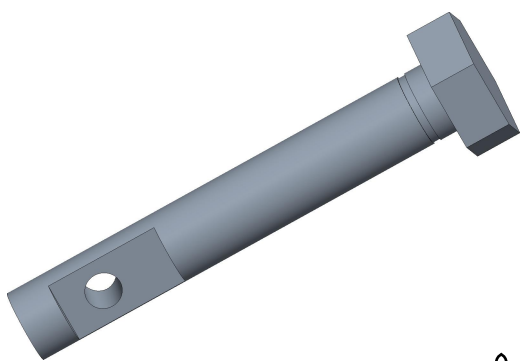
•PARTIR D'UNA VARILLA DE  $\phi 8\text{mm}$

Material: <b>ACER INOXIDABLE 316</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  		
Massa (kg): <b>0,032</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Buló per subjectar les dues xapes encarregades de suportar el sistema de tracció</b>	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
-					
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>		Escala: <b>1,000</b>	<b>0741-BULÓ SUBJECCIÓ SISTEMA TRACCIÓ</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>		Format: <b>A4</b>	Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	



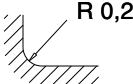
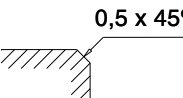


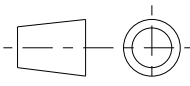


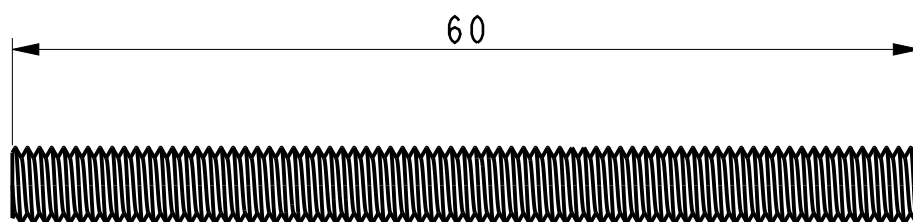
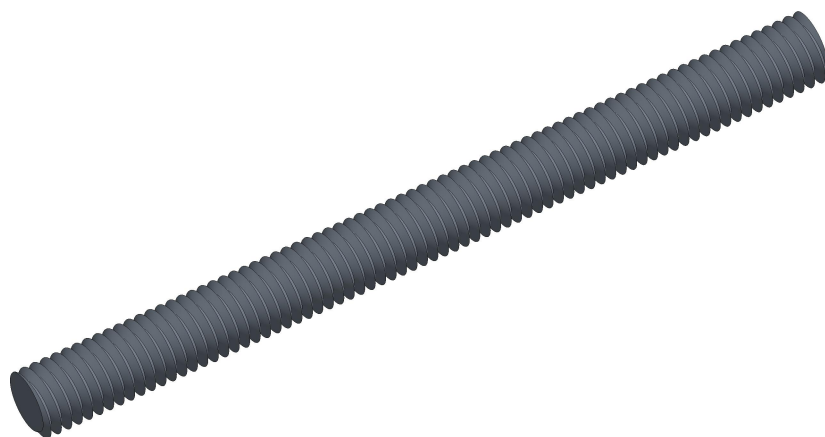




•Partir d'un cargol hexagonal de rosca parcial de 90 mm de longitud i M10


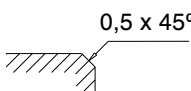


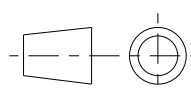
Veure annex " 2.4.12. CATÀLEG CARGOLS HEXAGONALS ROSCA PARCIAL "

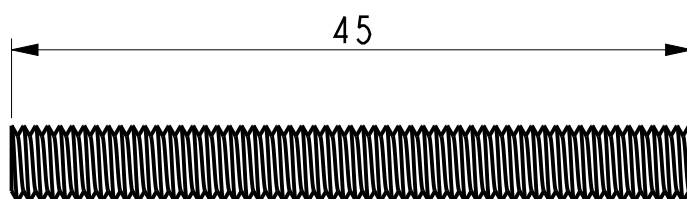
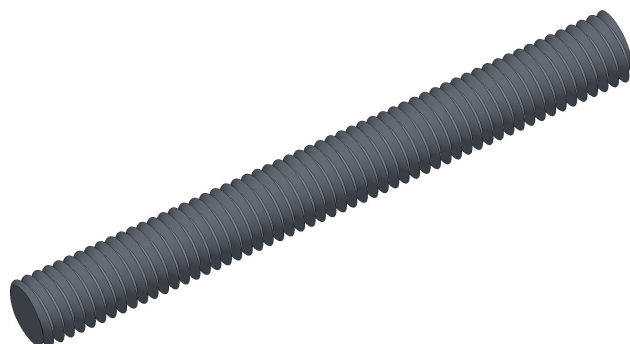
Material: <b>SAE 1010</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats    	 <b>Escola Politècnica Superior</b>		 <b>Universitat de Lleida</b>	
Massa (kg): <b>0,048</b>							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		<b>Descripció</b>  <b>Buló encarregat de subjectar la cèl.lula de càrrega</b>			
-	0 - 10	± 0,1					
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
-	> 200	± 1					
Projectat:	Rugositat no indicada:			<b>Referència</b>  <b>1041-BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA</b>			
<b>Sergi Subias Escartin</b>							
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,000</b>	<b>1041-BULÓ SUBJECCIÓ CÈL·LULA</b>			
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A4</b>				Revisió: <b>1</b>



•Partir d'una varilla roscada de M5



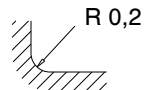
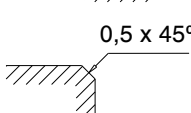
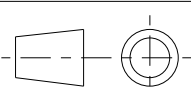
Veure annex " 2.4.14. CATÀLEG VARILLES ROSCADES"

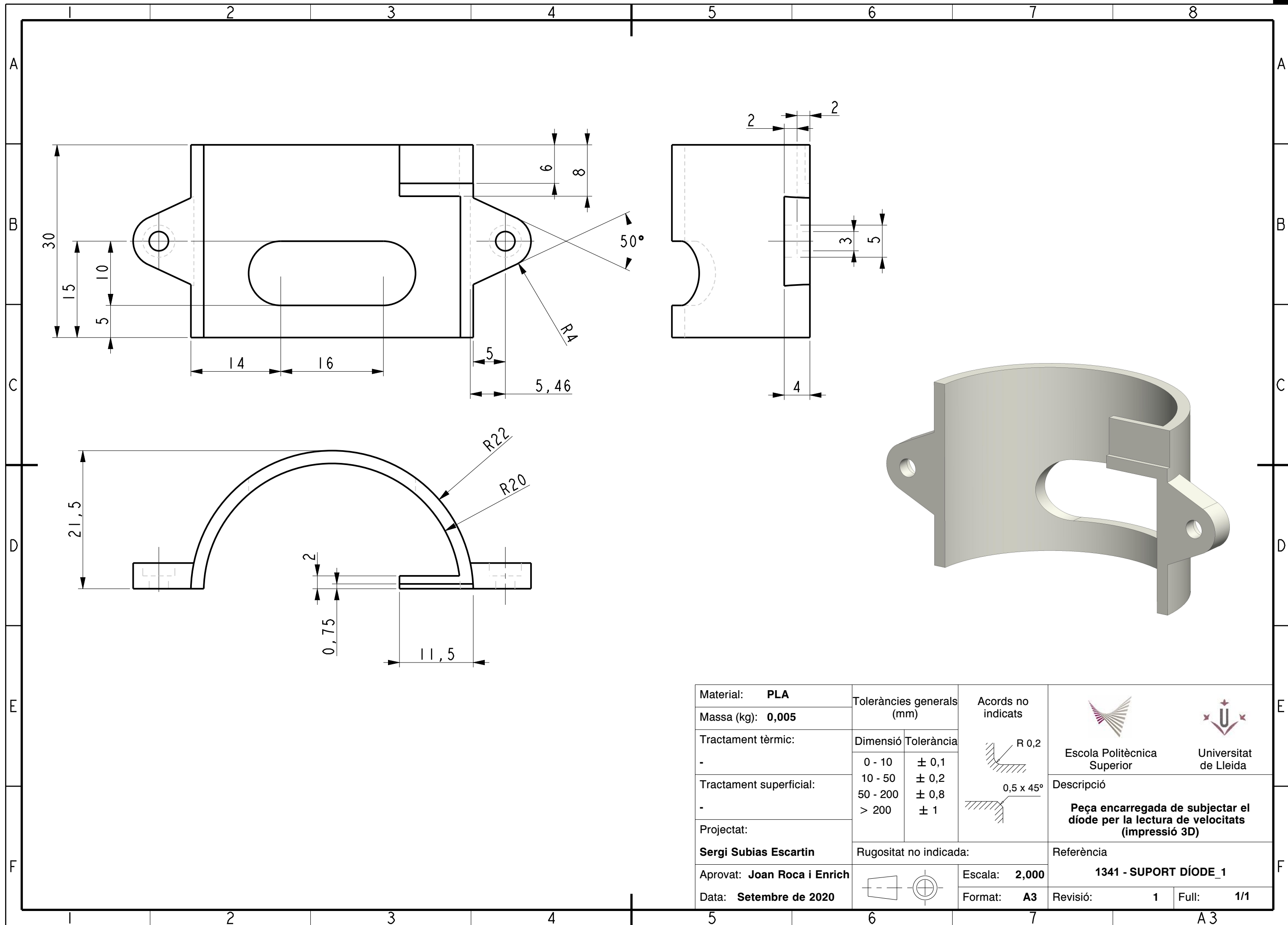
Material: <b>AISI 316</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  		
Massa (kg): <b>0,007</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Element d'unió entre la cèl.lula i l'estructura de suport</b>	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
-	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>2,000</b>	<b>1141 - VARILLA ROSCADA M5_1</b>	
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A4</b>		
			Revisió:	<b>1</b>	Full:



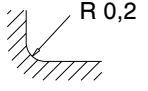
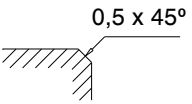
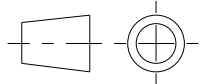


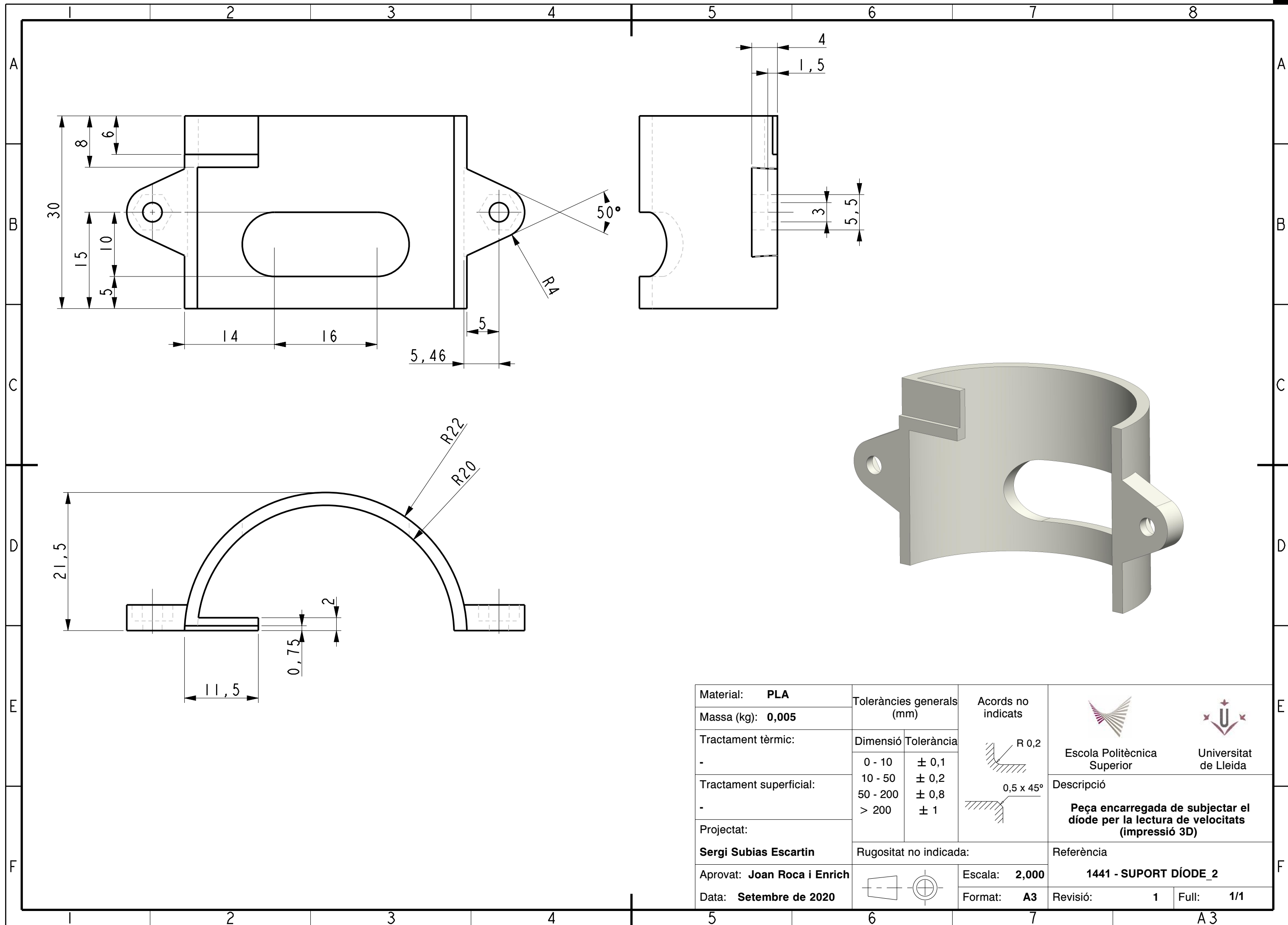
•Partir d'una varilla roscada de M5

Veure annex " 2.4.14. CATÀLEG VARILLES ROSCADES"

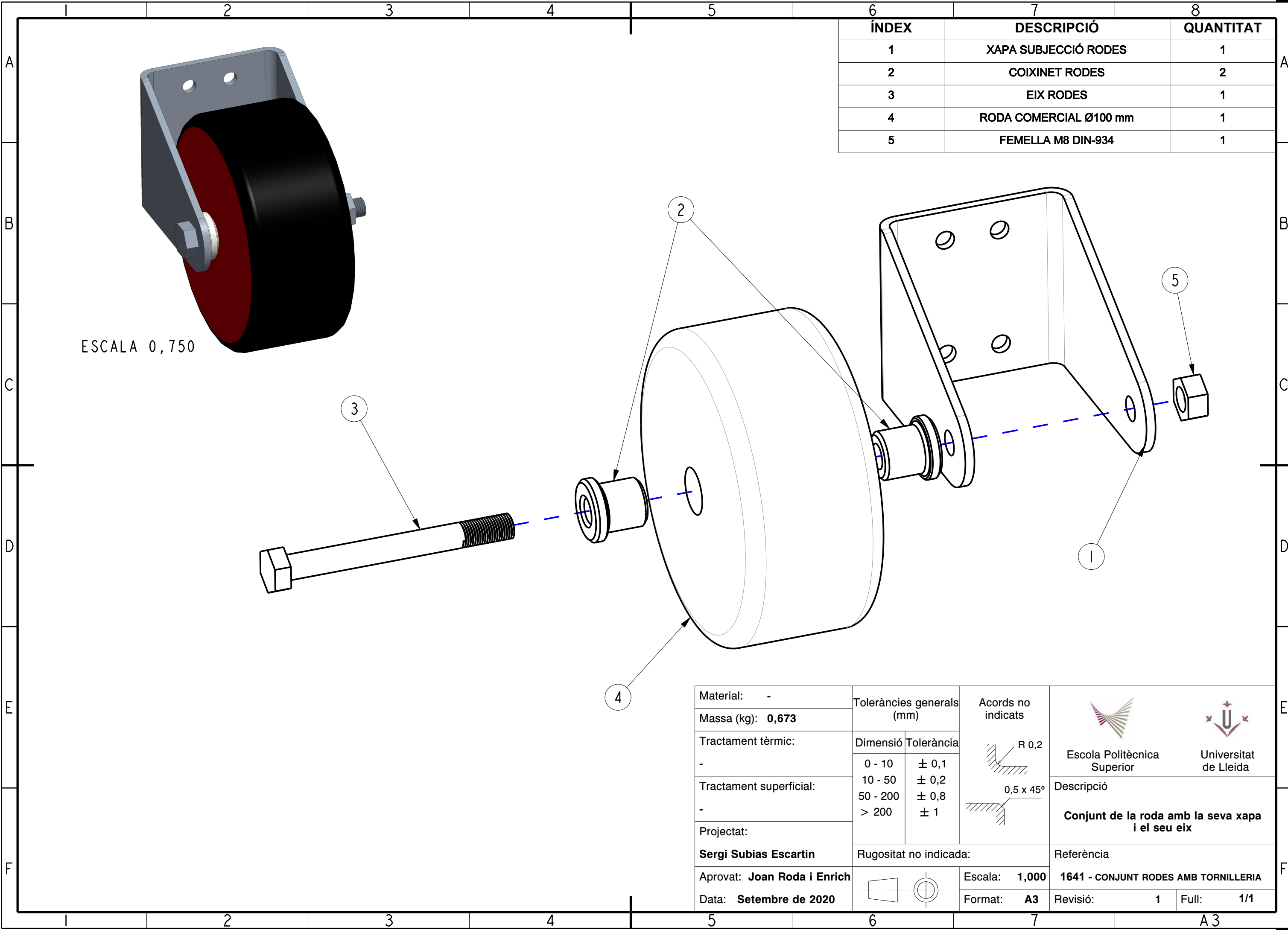
Material: <b>AISI 316</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,005</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància			Descripció	<b>Element d'unió entre la cèl.lula i l'estructura de suport</b>
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència		
<b>Sergi Subias Escartin</b>						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>		Escala: <b>2,000</b>		<b>1241 - VARILLA ROSCADA M5_2</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>		Format: <b>A4</b>		Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	





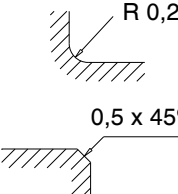
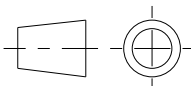
Material: <b>PLA</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 	
Massa (kg): <b>0,005</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		 	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
-	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:			Descripció	
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>2,000</b>	Referència	
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>		
				Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>



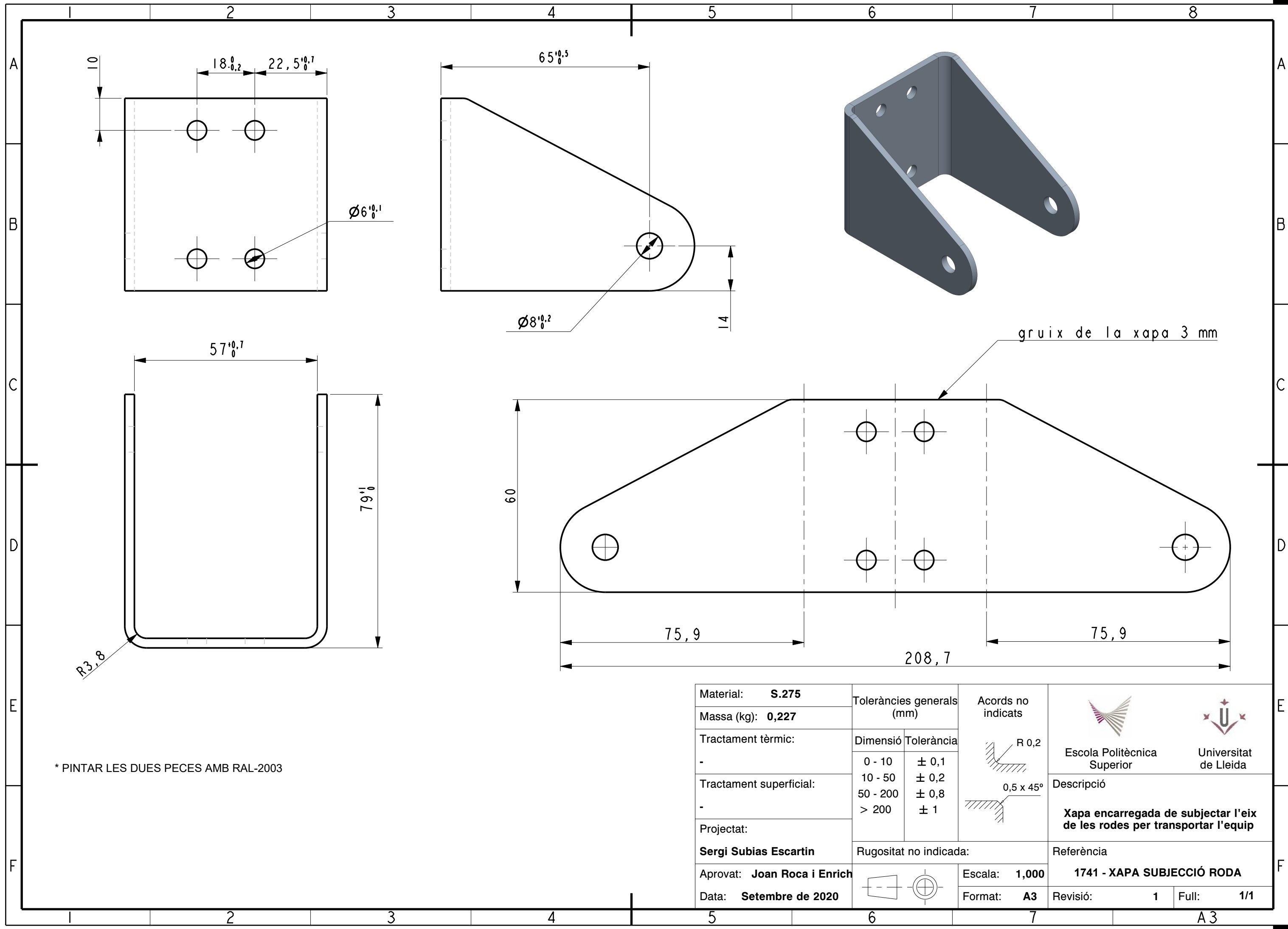
F



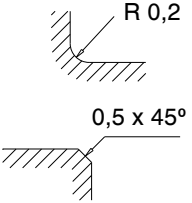
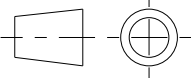


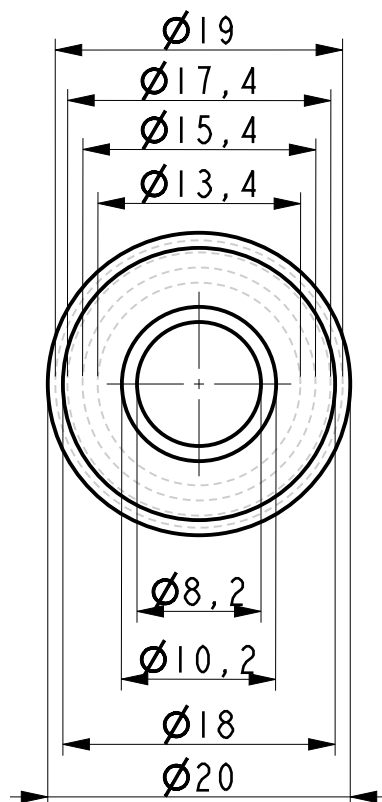
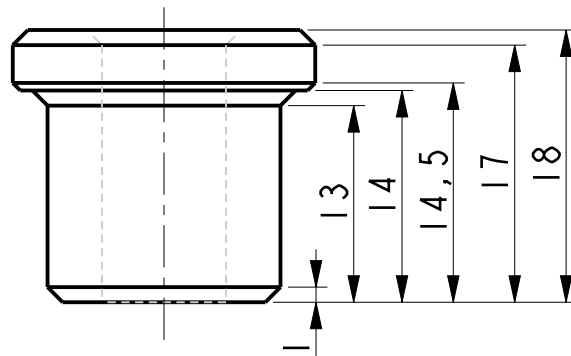
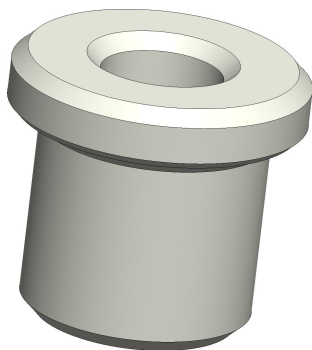
ÍNDEX	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	XAPA SUBJECCIÓ RODES	1
2	COIXINET RODES	2
3	EIX RODES	1
4	RODA COMERCIAL Ø100 mm	1
5	FEMELLA M8 DIN-934	1

Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): 0,673						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància				
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
-	> 200	± 1	Descripció			
Projectat:	Rugositat no indicada:			Conjunt de la roda amb la seva xapa i el seu eix		
Sergi Subias Escartin				Referència		
Aprovat: Joan Roda i Enrich			Escala: 1,000	1641 - CONJUNT RODES AMB TORNILLERIA		
Data: Setembre de 2020			Format: A3	Revisió: 1	Full: 1/1	





Material: <b>S.275</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats						
Massa (kg): <b>0,227</b>									
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància							
-	0 - 10	± 0,1							
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2							
	50 - 200	± 0,8							
-	> 200	± 1							
Projectat:				Descripció					
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:						Referència		
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>									
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Escala: <b>1,000</b>	<b>1741 - XAPA SUBJECCIÓ RODA</b>					
			Format: <b>A3</b>				Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	



A

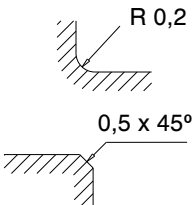


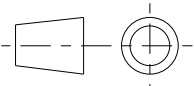
B

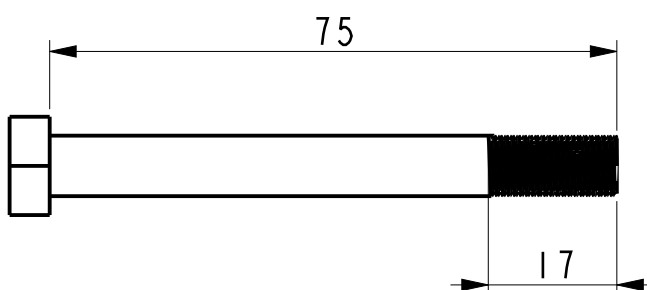
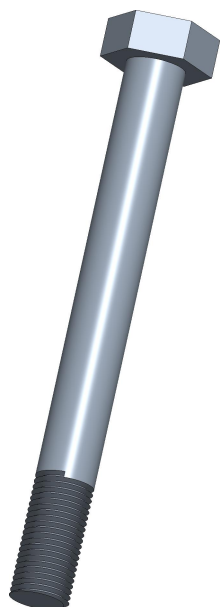
C

D

E

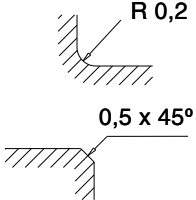


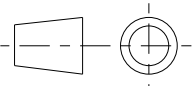
F

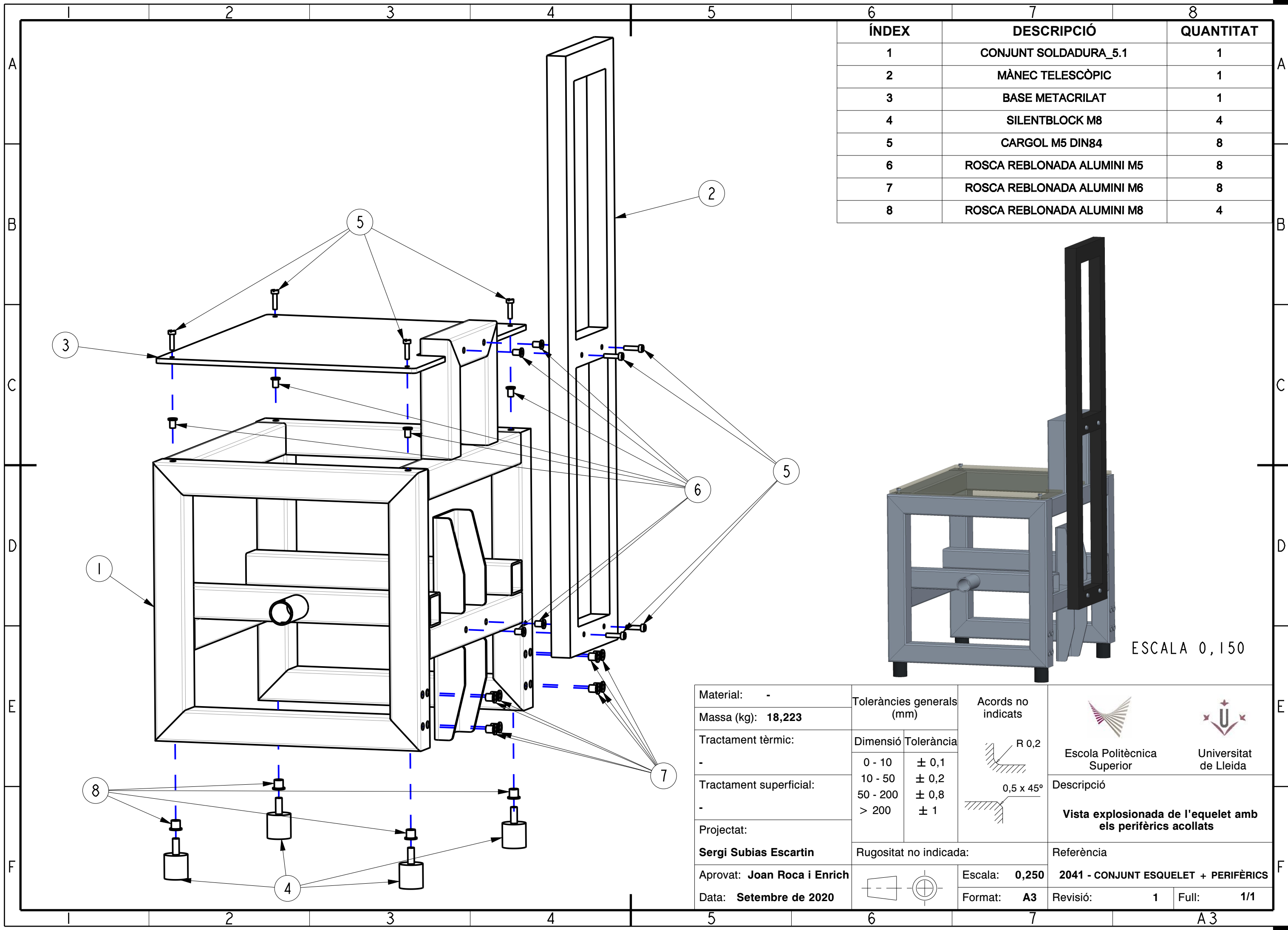
Material: <b>PLA</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  	 Escola Politècnica Superior		 Universitat de Lleida	
Massa (kg): <b>0,004</b>							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Coixinet per fabricar amb impressió 3D</b>			
-	0 - 10	± 0,1					
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
-	> 200	± 1					
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència  <b>1841 - COIXINET RODES</b>			
<b>Sergi Subias Escartin</b>							
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>2,000</b>	<b>1</b>			
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A4</b>				

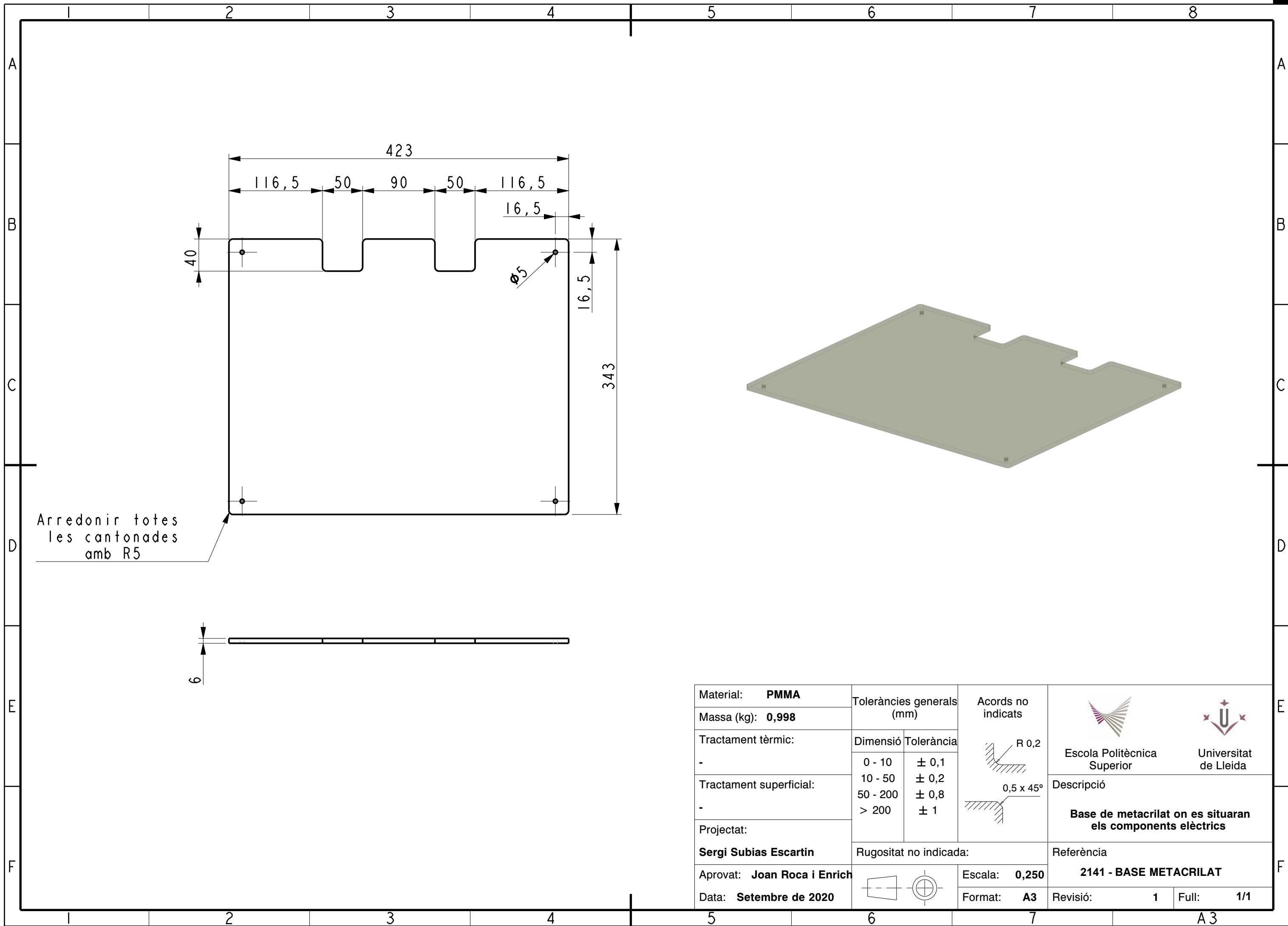


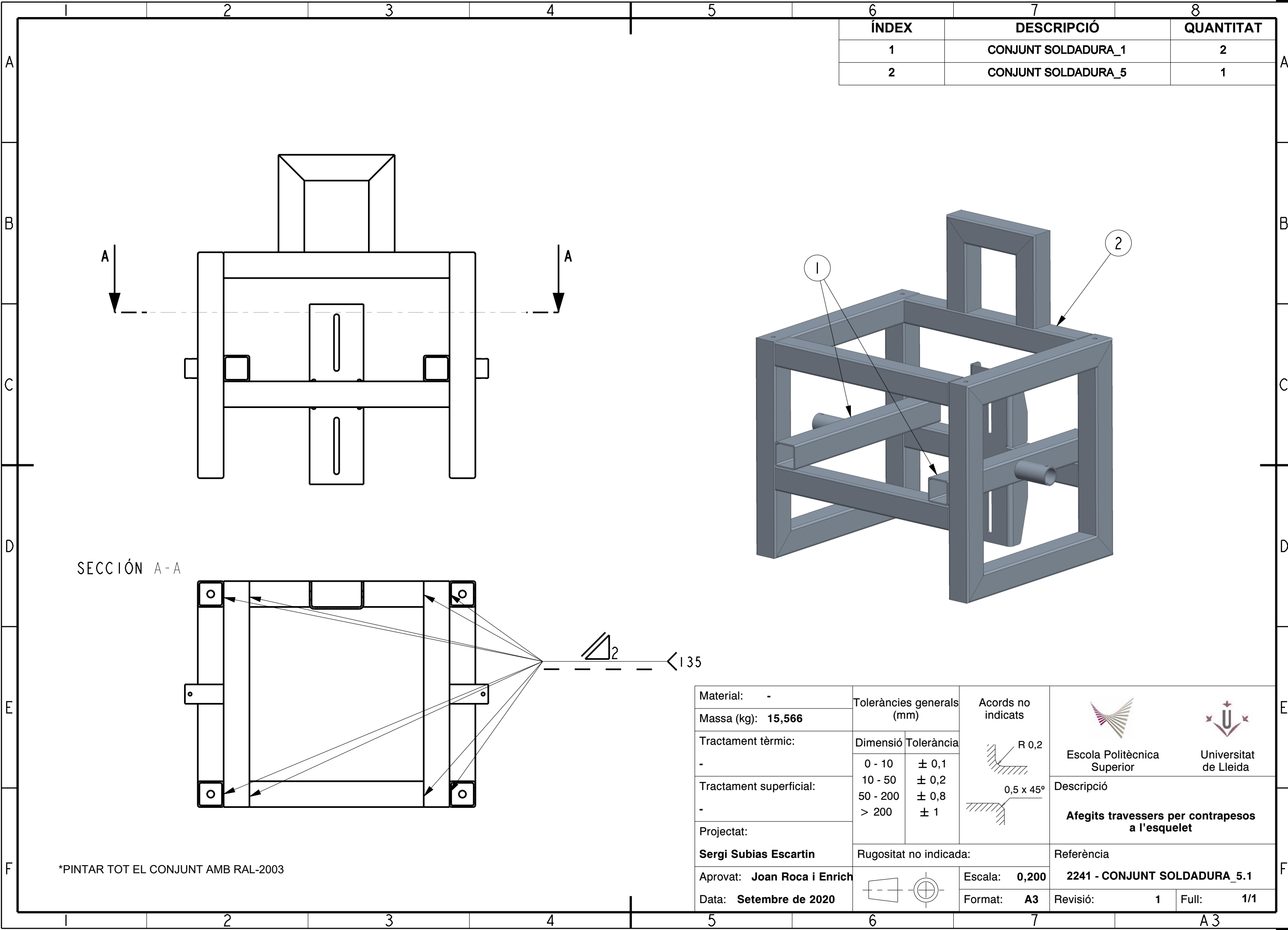
•Partir d'un cargol hexagonal de rosca parcial de 80 mm de longitud i M8

Veure annex " 2.4.12. CATÀLEG CARGOLS HEXAGONALS ROSCA PARCIAL "

Material: <b>SAE 1010</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  			
Massa (kg): <b>0,034</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Eix de les rodes per transportar l'equip</b>		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
-						
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència  <b>1941 - EIX RODES</b>			
<b>Sergi Subias Escartin</b>						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,000</b>			
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A4</b>			Revisió: <b>1</b>



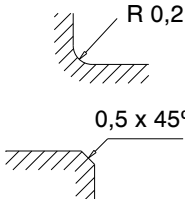


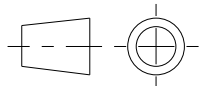




ÍNDEX	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	CONJUNT SOLDADURA_1	2
2	CONJUNT SOLDADURA_5	1

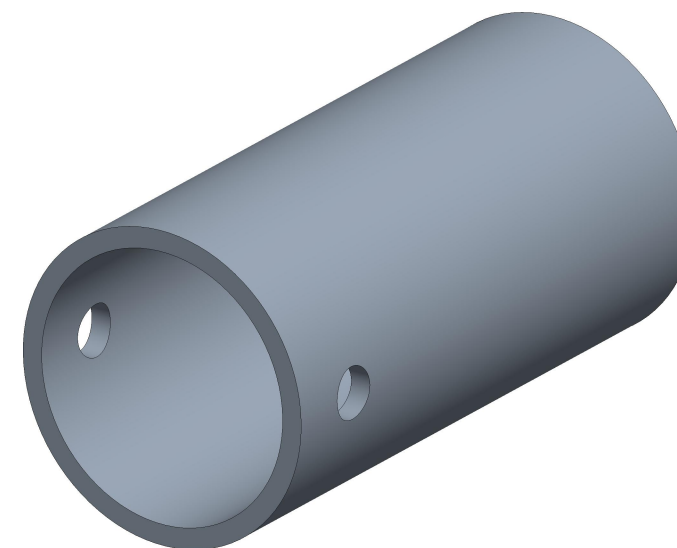
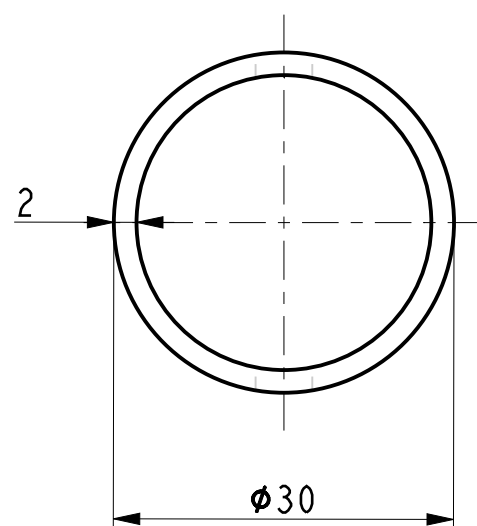
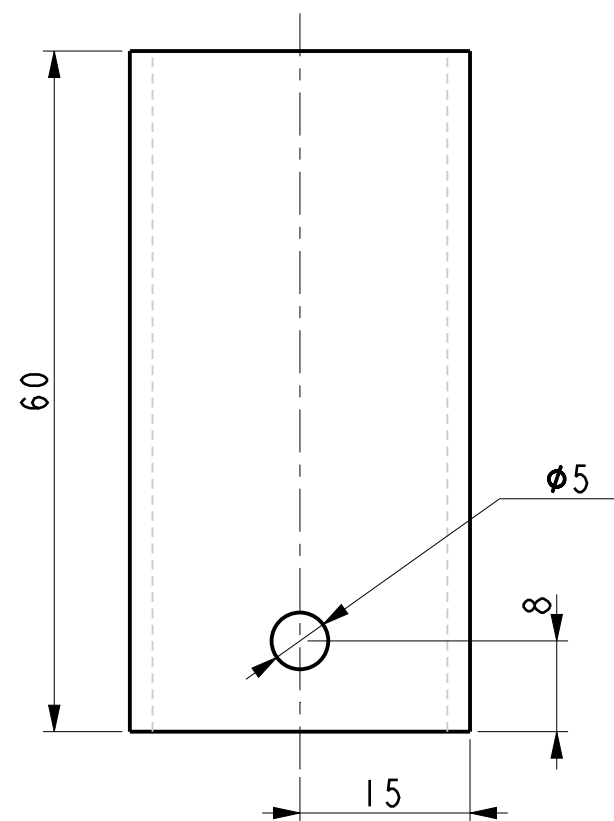
SECCIÓN A-A



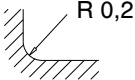
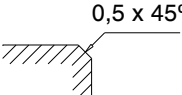
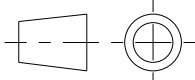
\*PINTAR TOT EL CONJUNT AMB RAL-2003

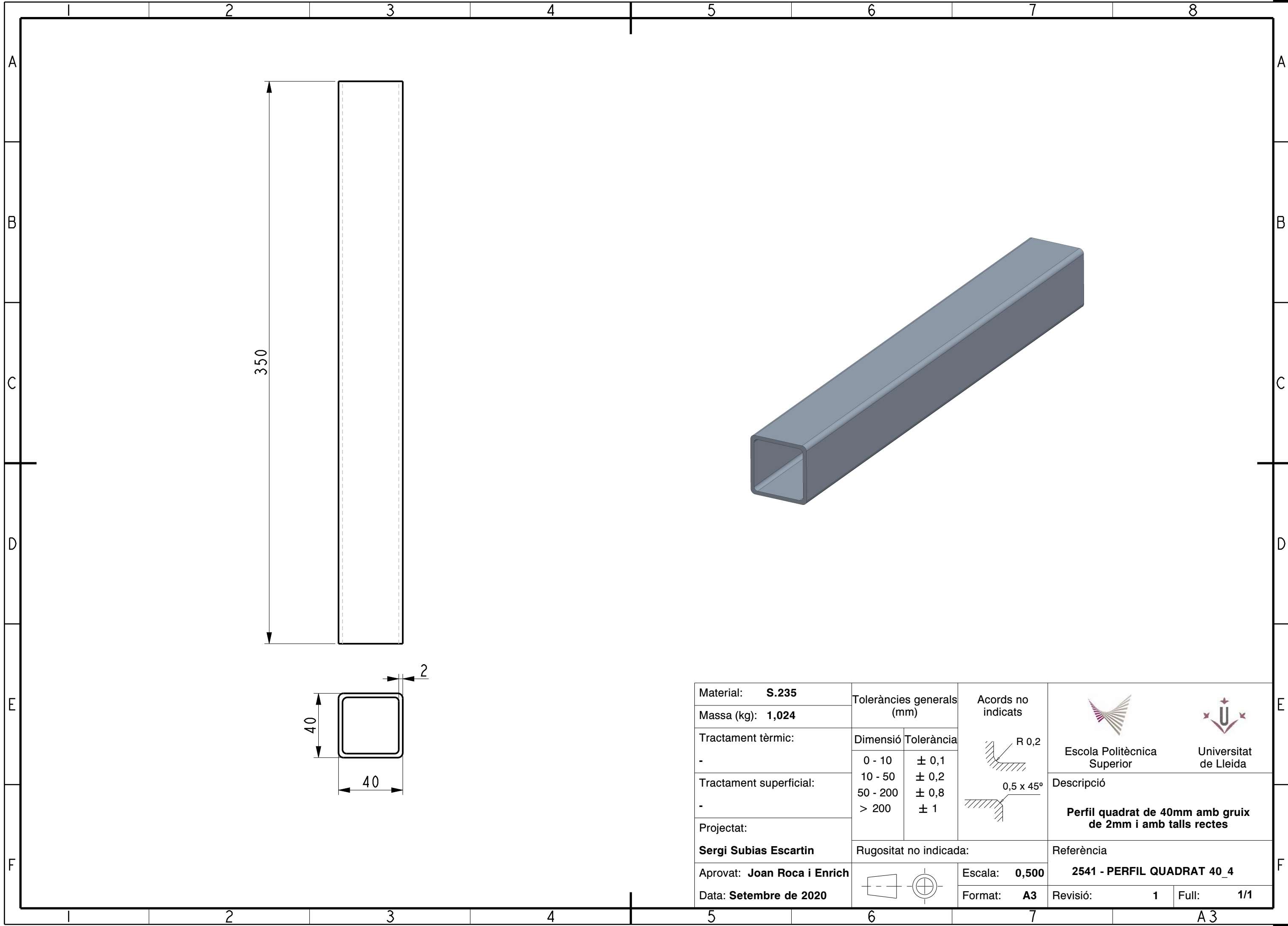
Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  		
Massa (kg): 15,566					
Tractament tèrmic: -	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Afegits travessers per contrapesos a l'esquelet</b>	
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial: -	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:					
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:			Referència	
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>0,200</b>	<b>2241 - CONJUNT SOLDADURA_5.1</b>	
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>	Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>

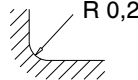
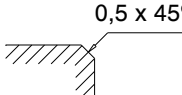


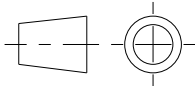


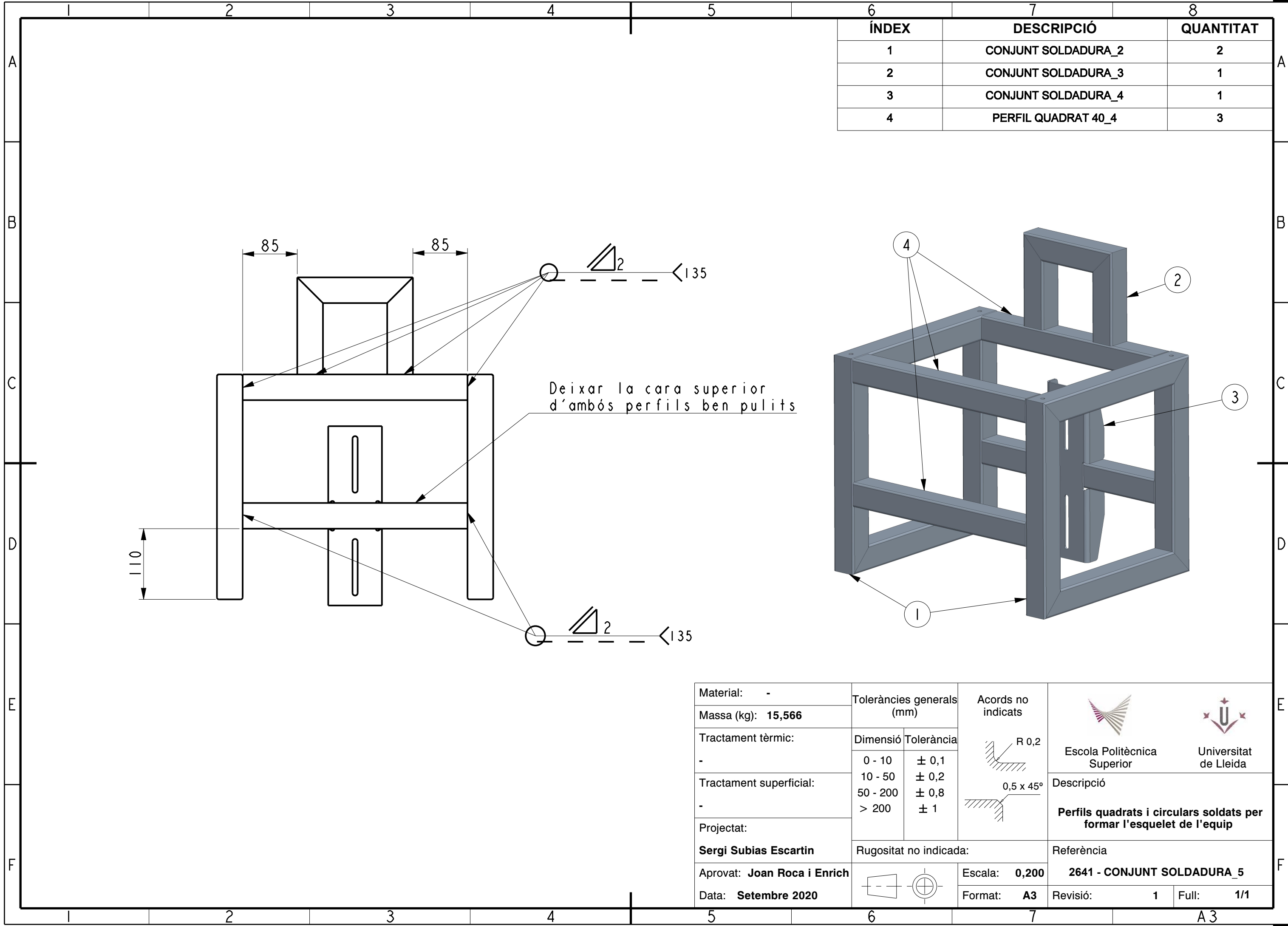


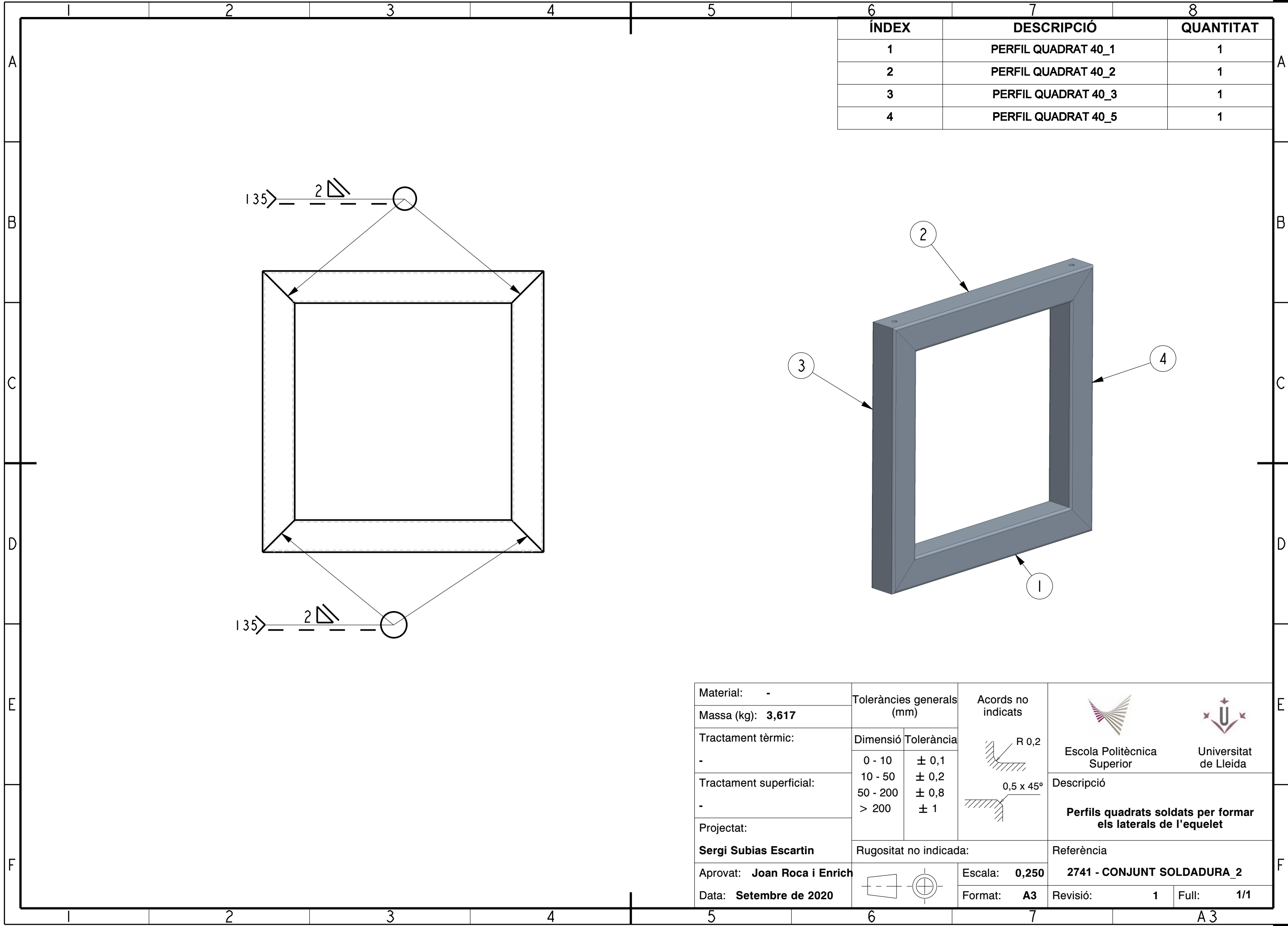


Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg): <b>0,082</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 	Escola Politècnica Superior	Universitat de Lleida
-	0 - 10	± 0,1		Descripció	Perfil circular de Ø30mm i gruix de 2mm amb 1 forat passant
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,500</b>	2441 - PERFIL CIRCULAR 30_1	
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>		



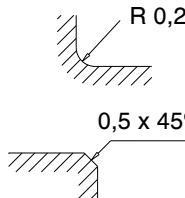
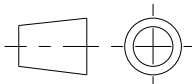


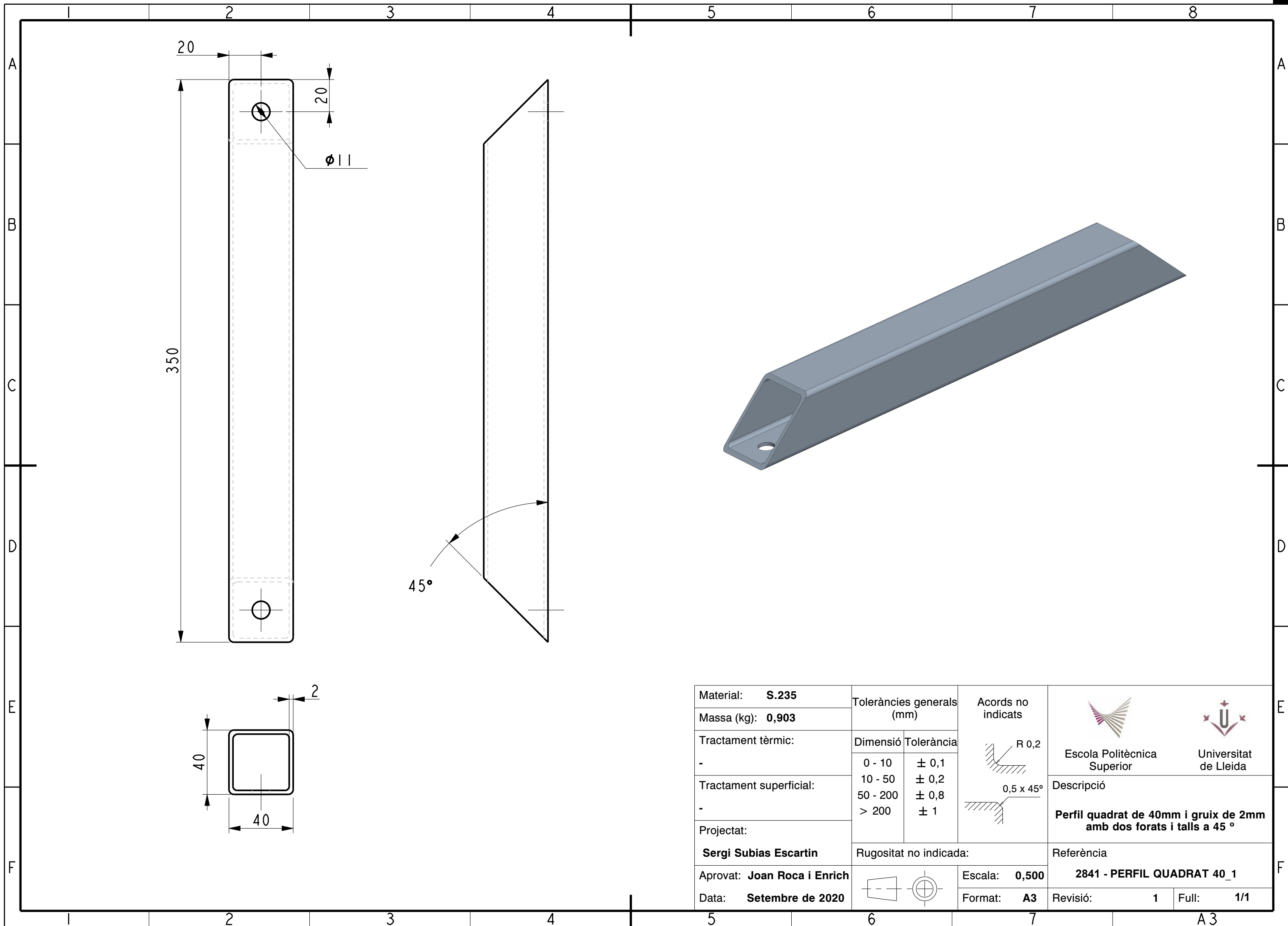
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats   				
Massa (kg): <b>1,024</b>							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Perfil quadrat de 40mm amb gruix de 2mm i amb talls rectes</b>			
-	0 - 10	± 0,1					
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2					
-	50 - 200	± 0,8					
	> 200	± 1					
Projectat:				Referència  <b>2541 - PERFIL QUADRAT 40_4</b>			
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>0,500</b>				
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>	Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>		



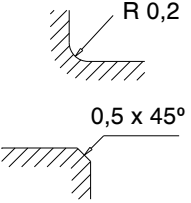
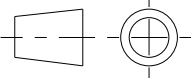




ÍNDEX	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	PERFIL QUADRAT 40_1	1
2	PERFIL QUADRAT 40_2	1
3	PERFIL QUADRAT 40_3	1
4	PERFIL QUADRAT 40_5	1

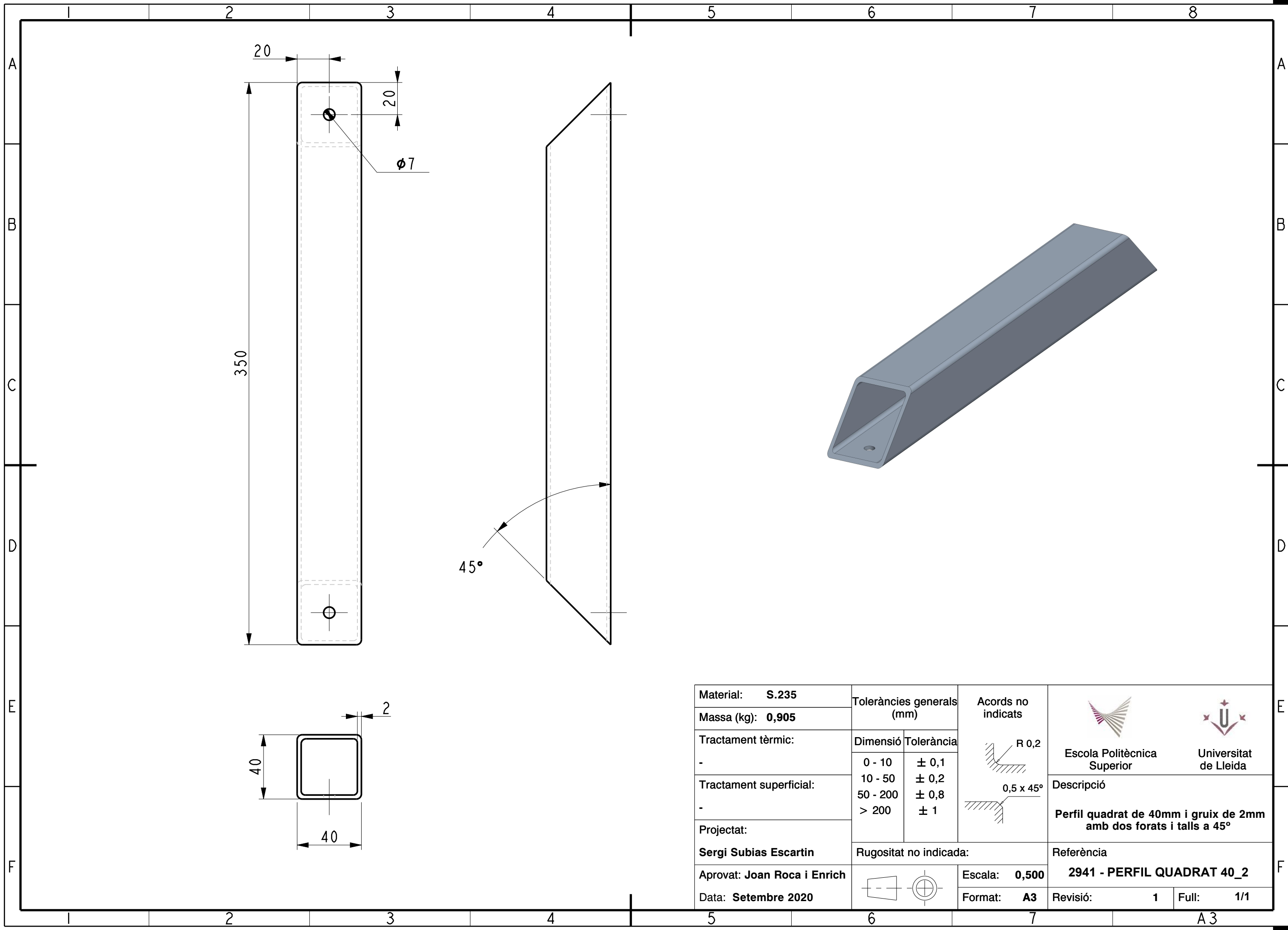
Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): 3,617						
Tractament tèrmic: -	Dimensió	Tolerància				
	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial: -	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1		Descripció		
Projectat: Sergi Subias Escartin	Rugositat no indicada:		Perfils quadrats soldats per formar els laterals de l'equelet			
Aprovat: Joan Roca i Enrich			Escala: 0,250	Referència		
Data: Setembre de 2020			Format: A3	2741 - CONJUNT SOLDADURA_2		
			Revisió: 1	Full: 1/1		

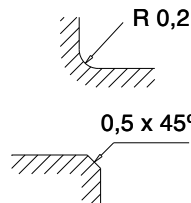


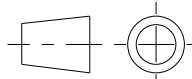


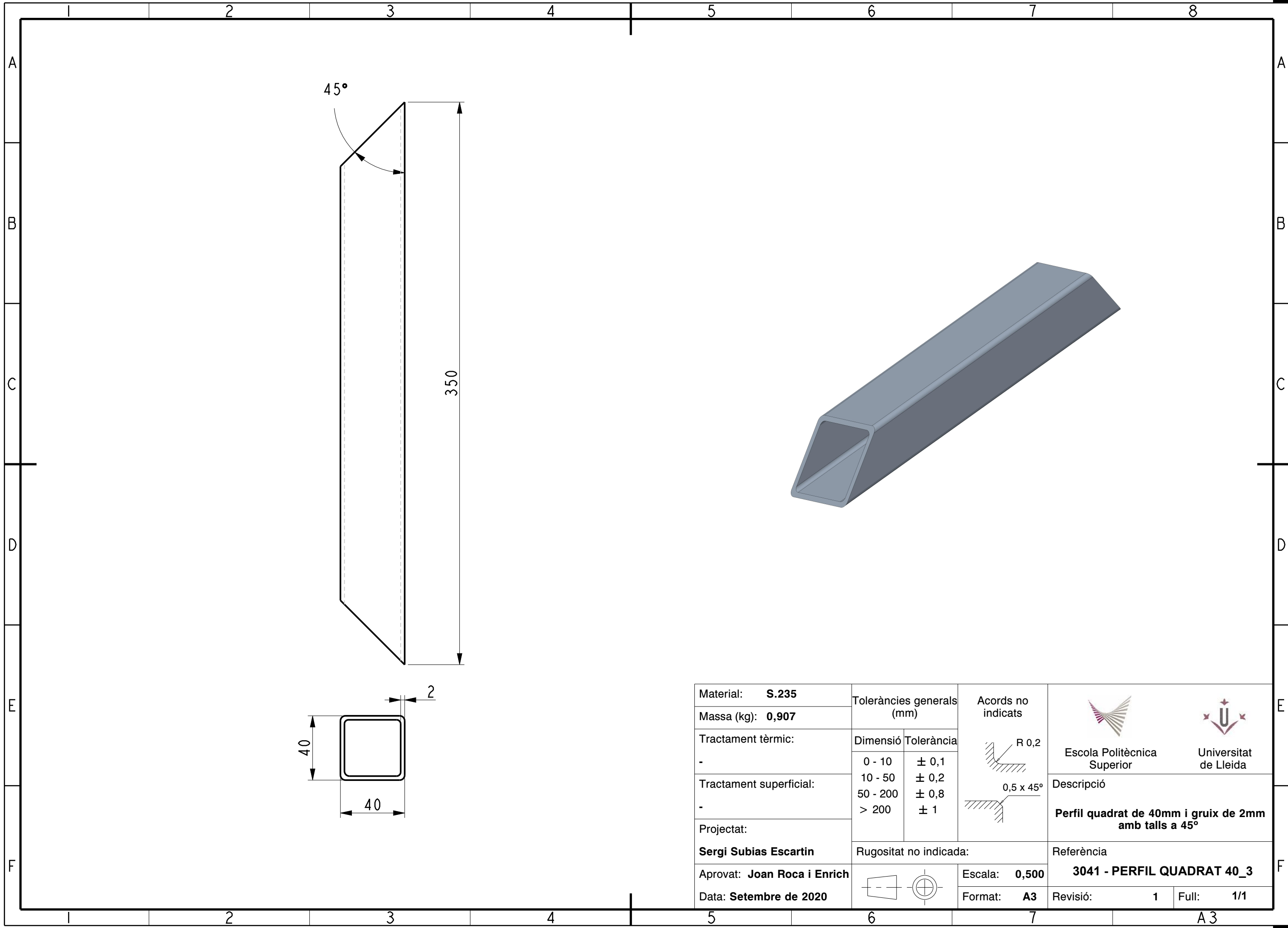
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,903</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància				
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
-	> 200	± 1				
Projectat:				Descripció		
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>						
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Escala: <b>0,500</b>	Referència		
			Format: <b>A3</b>			
				2841 - PERFIL QUADRAT 40_1		
				Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	



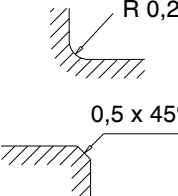
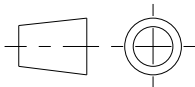
**Perfil quadrat de 40mm i gruix de 2mm amb dos forats i talls a 45 °**

**2841 - PERFIL QUADRAT 40\_1**

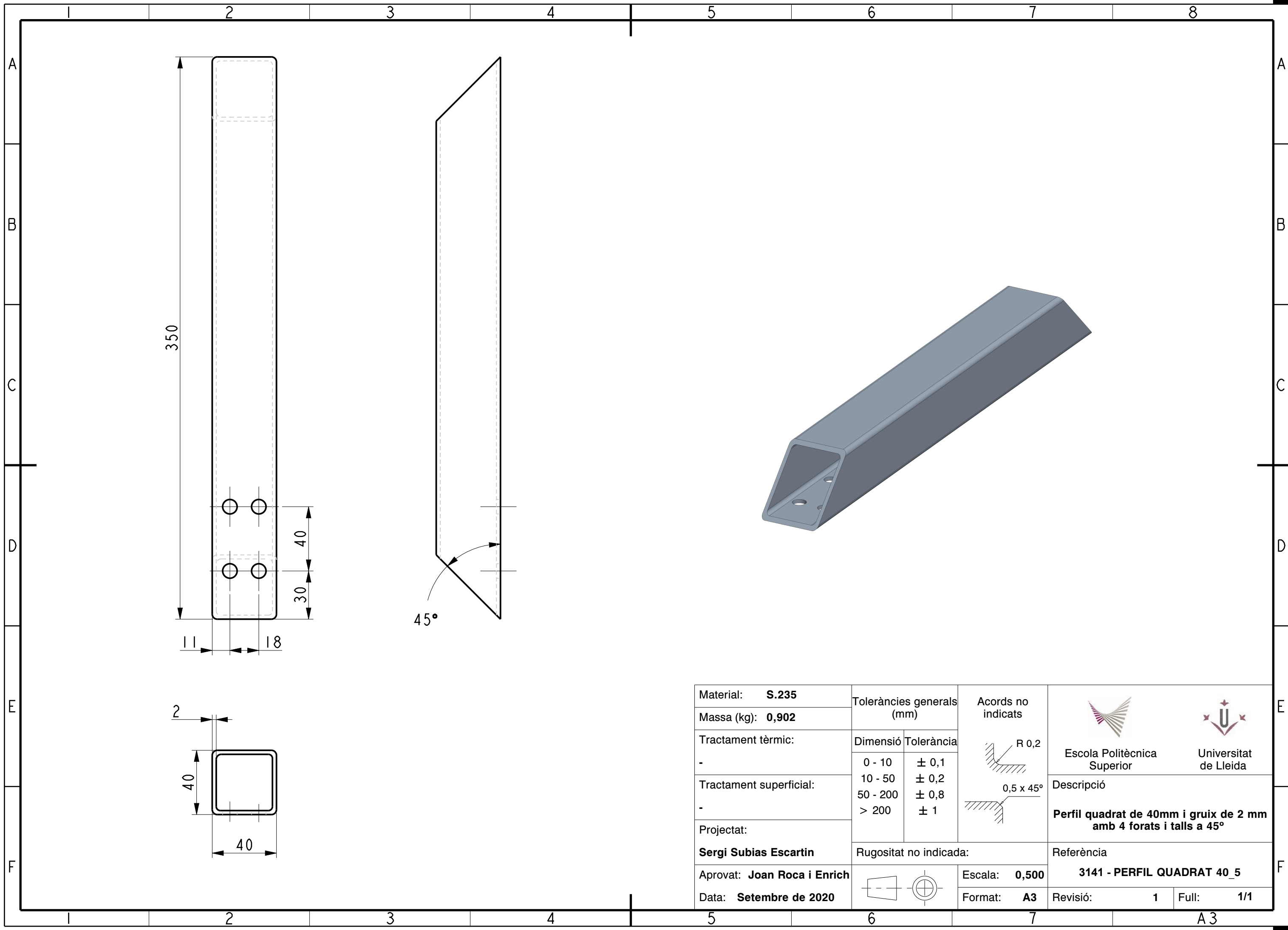




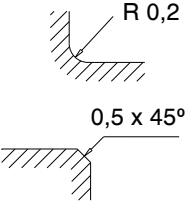
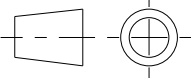
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats  				
Massa (kg): <b>0,905</b>							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Perfil quadrat de 40mm i gruix de 2mm amb dos forats i talls a 45°</b>			
-							
Tractament superficial:							
-							
Projectat:	0 - 10	± 0,1		Referència  <b>2941 - PERFIL QUADRAT 40_2</b>			
	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8	Revisió: <b>1</b> Full: <b>1/1</b>				
	> 200	± 1					
<b>Sergi Subias Escartin</b>	Rugositat no indicada:						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>0,500</b>				
Data: <b>Setembre 2020</b>			Format: <b>A3</b>				



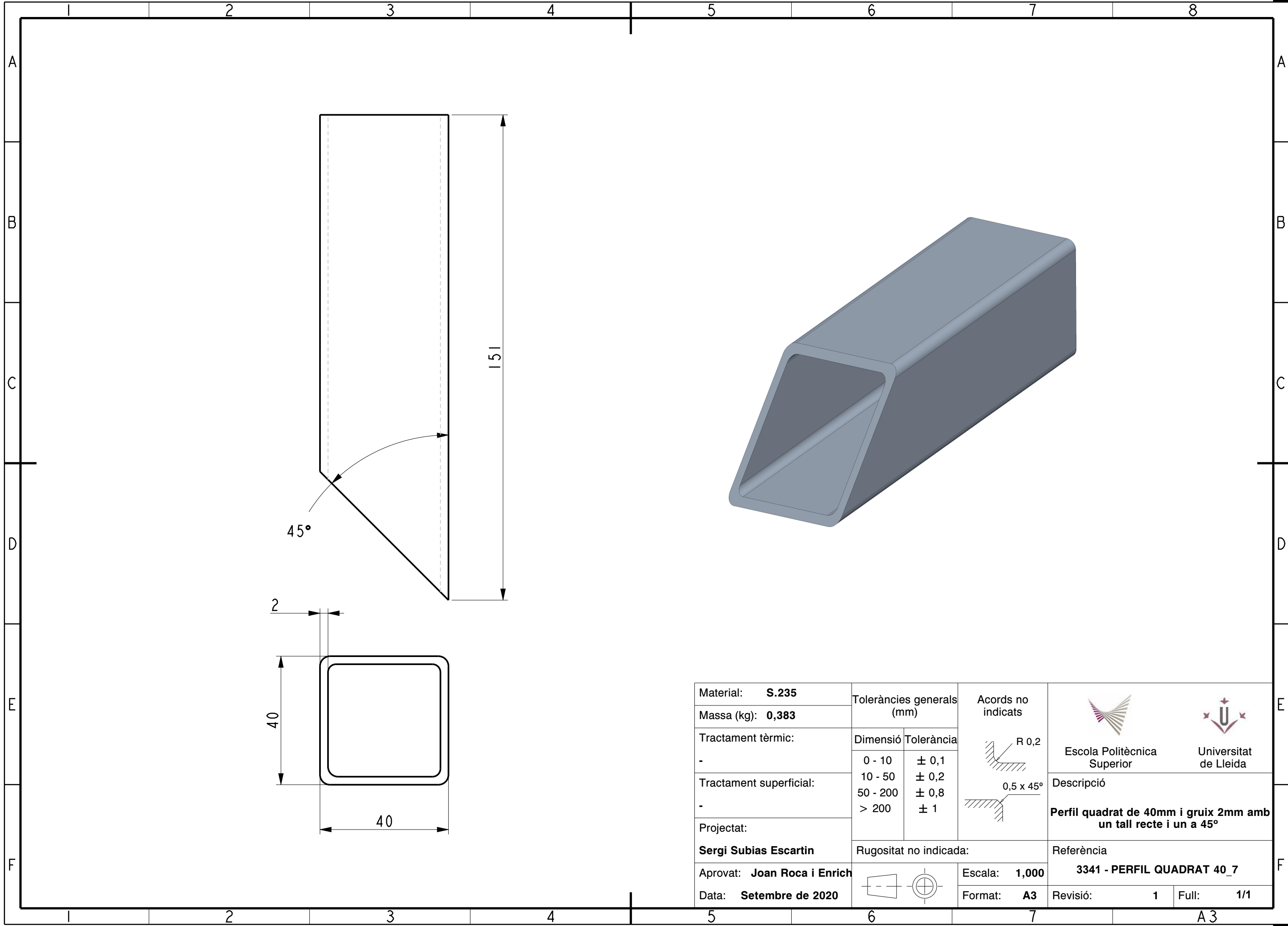
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,907</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Projectat:	Rugositat no indicada:		Descripció			
<b>Sergi Subias Escartin</b>						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>0,500</b>	Referència		
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>			
				Revisió: <b>1</b>	Full: <b>1/1</b>	



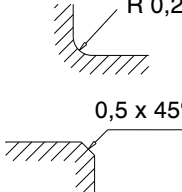
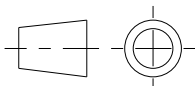


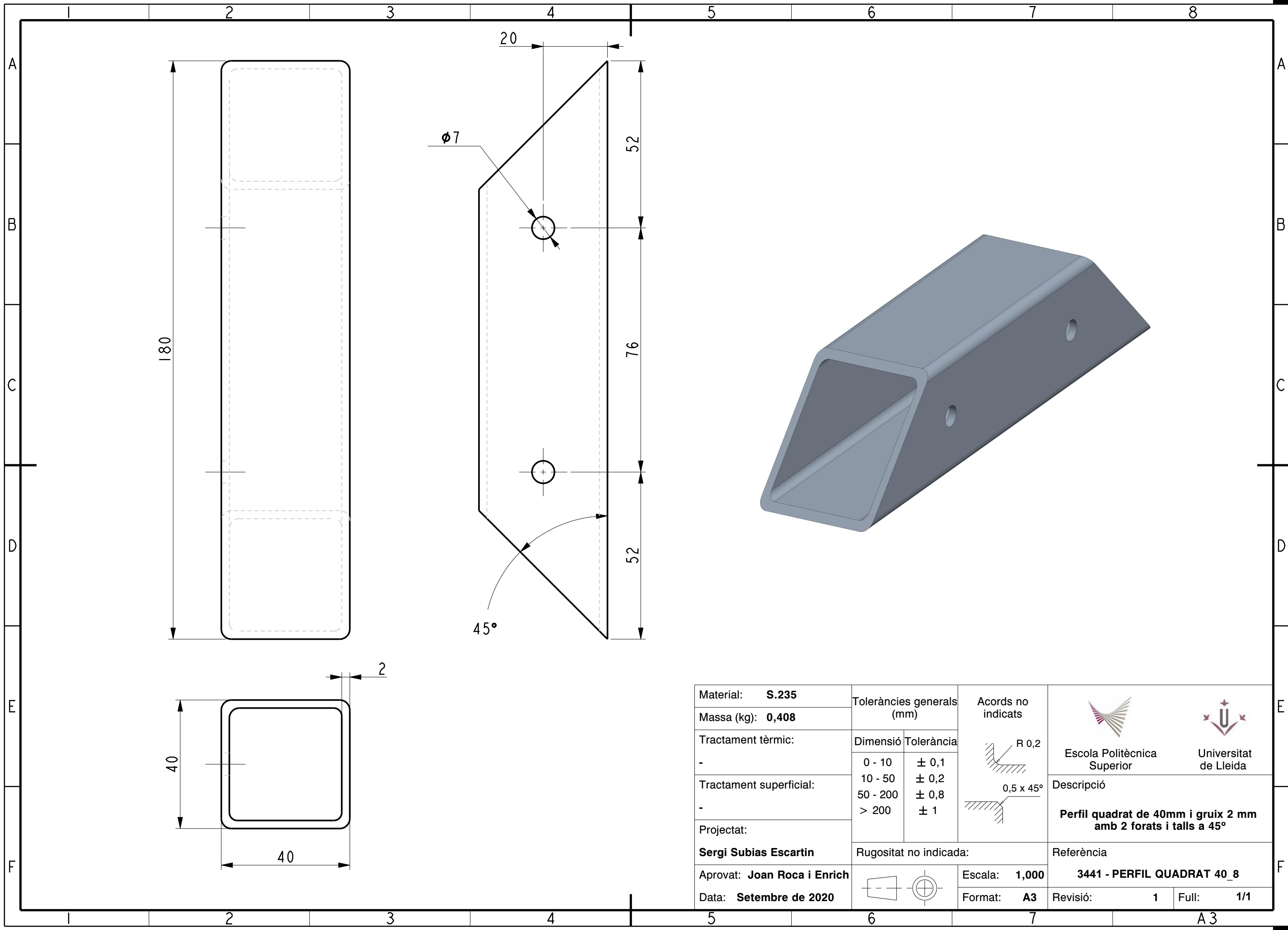




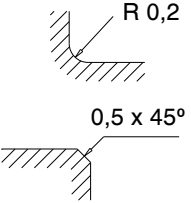
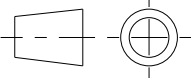
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats				
Massa (kg): <b>0,902</b>							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior		Universitat de Lleida	
-	0 - 10	± 0,1					
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
	> 200	± 1					
-			Descripció				
			<b>Perfil quadrat de 40mm i gruix de 2 mm amb 4 forats i talls a 45°</b>				
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència			
<b>Sergi Subias Escartin</b>							
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>0,500</b>	<b>3141 - PERFIL QUADRAT 40_5</b>			
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>				Revisió: <b>1</b>





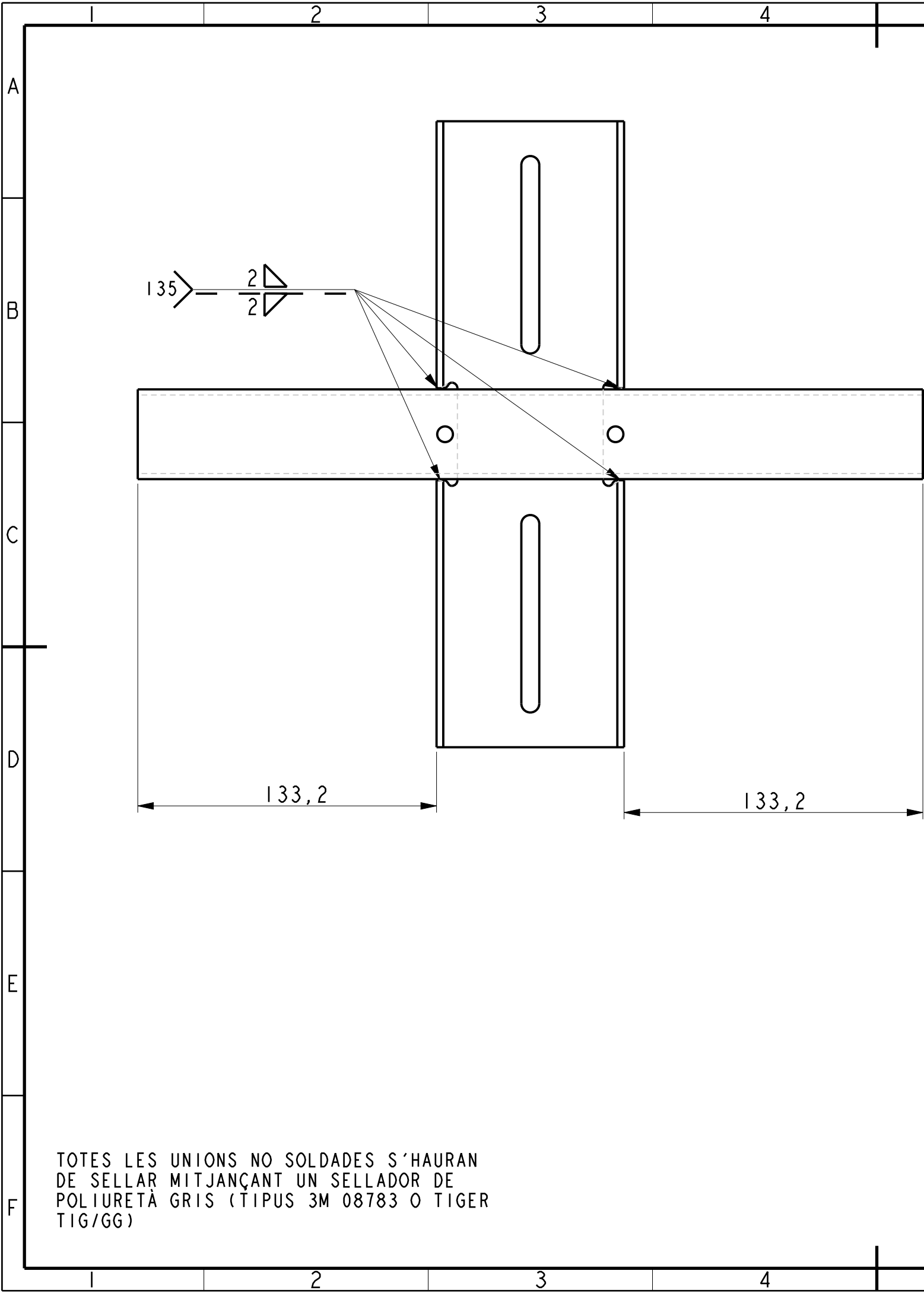
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,383</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
-			Descripció			
Projectat:			Perfil quadrat de 40mm i gruix 2mm amb un tall recte i un a 45°			
Sergi Subias Escartin	Rugositat no indicada:		Referència			
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>1,000</b>	3341 - PERFIL QUADRAT 40_7		
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>			
			Revisió:	<b>1</b>	Full:	<b>1/1</b>



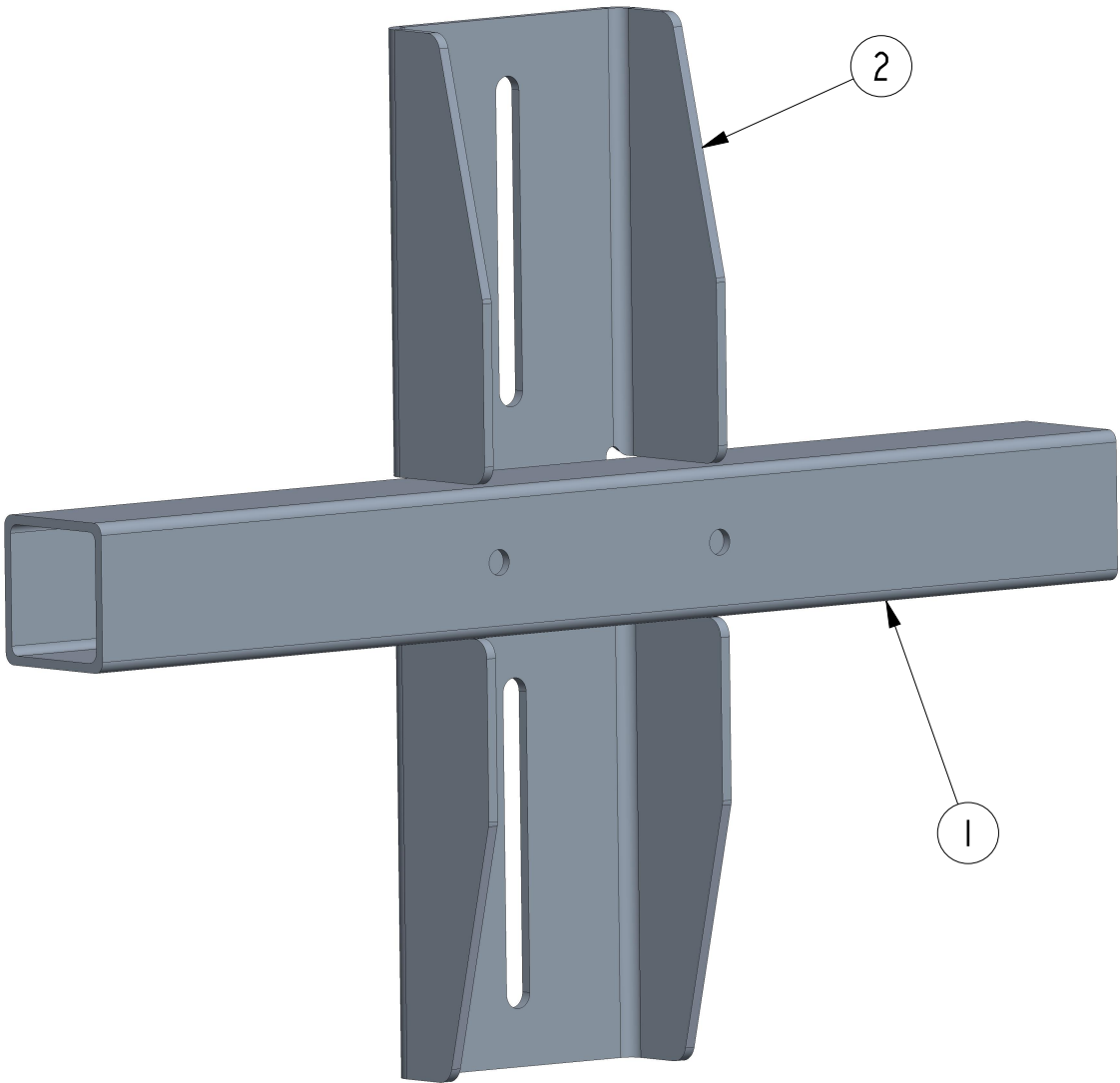
Material: <b>S.235</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats							
Massa (kg): <b>0,408</b>										
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior			Universitat de Lleida			
-	0 - 10	± 0,1								
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2								
	50 - 200	± 0,8								
	> 200	± 1								
-										
Projectat:				Descripció						
				Perfil quadrat de 40mm i gruix 2 mm amb 2 forats i talls a 45°						
Sergi Subias Escartin			Rugositat no indicada:		Referència					
Aprovat: Joan Roca i Enrich					Escala: 1,000		3441 - PERFIL QUADRAT 40_8			
Data: Setembre de 2020					Format: A3		Revisió: 1		Full: 1/1	

**Perfil quadrat de 40mm i gruix 2 mm amb 2 forats i talls a 45°**



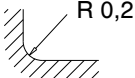
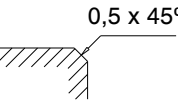
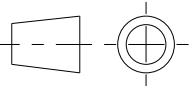
**3441 - PERFIL QUADRAT 40\_8**

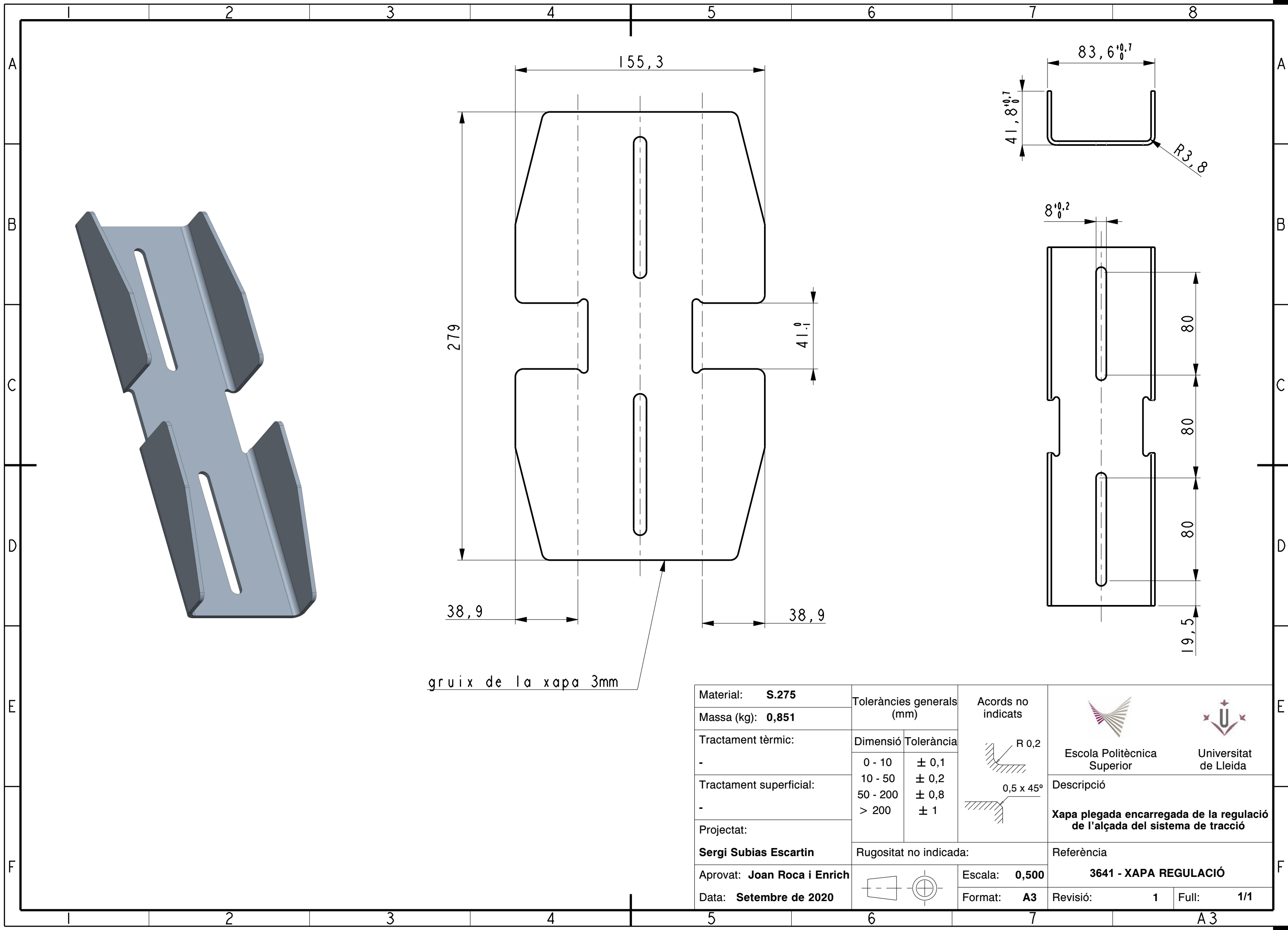


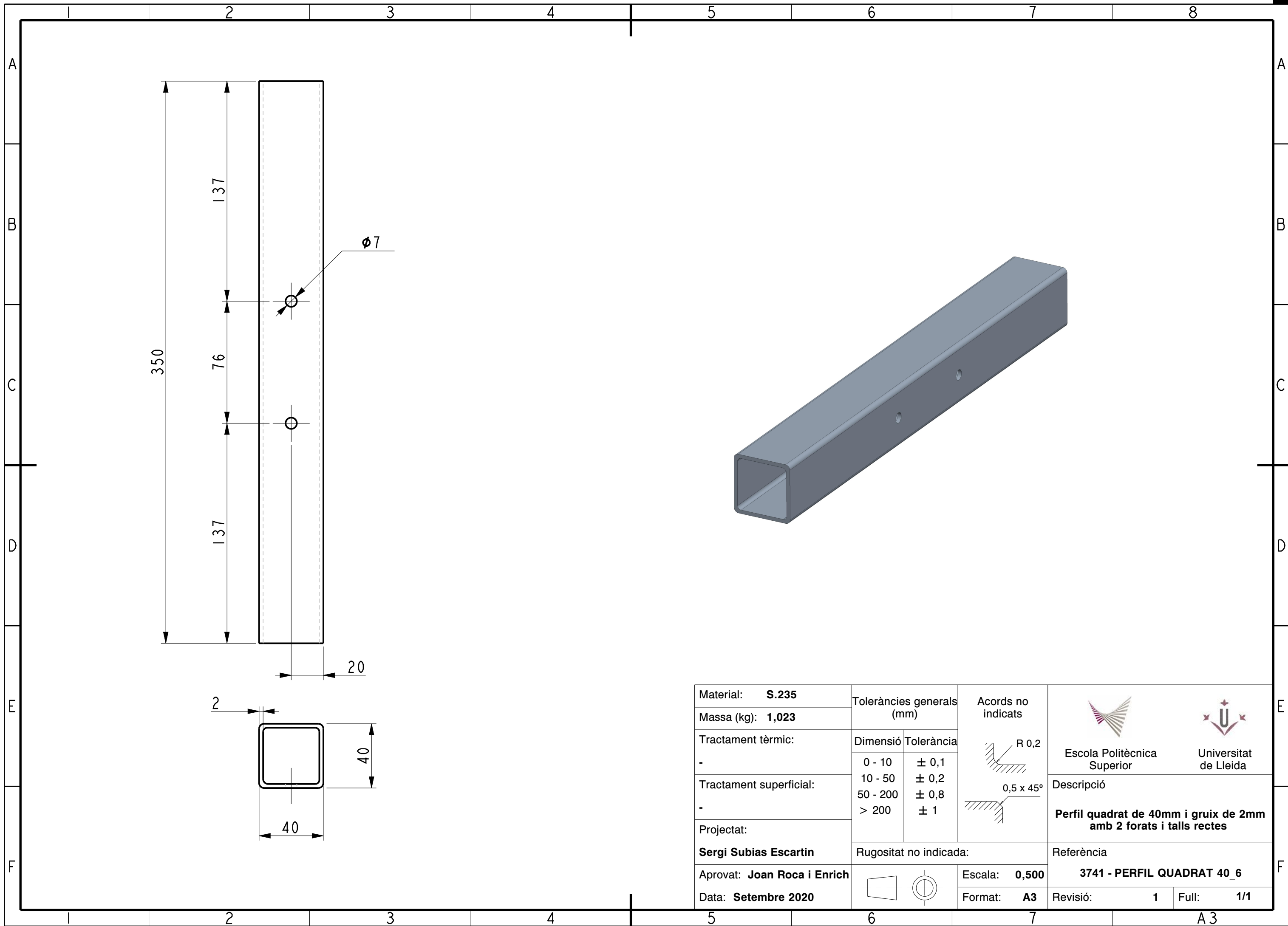
ÍNDEX	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	PERFIL QUADRAT 40_6	1
2	XAPA REGULACIÓ	1



TOTES LES UNIONS NO SOLDADES S’HAURAN DE SELLAR MITJANÇANT UN SELLADOR DE POLIURETÀ GRIS (TIPUS 3M 08783 O TIGER TIG/GG)

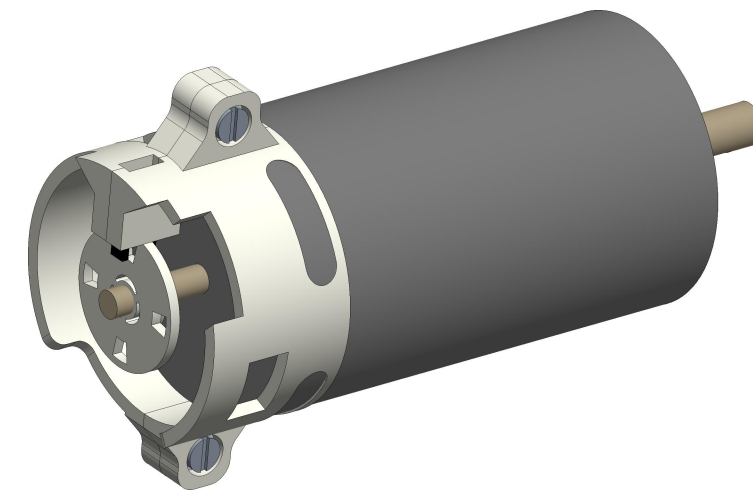
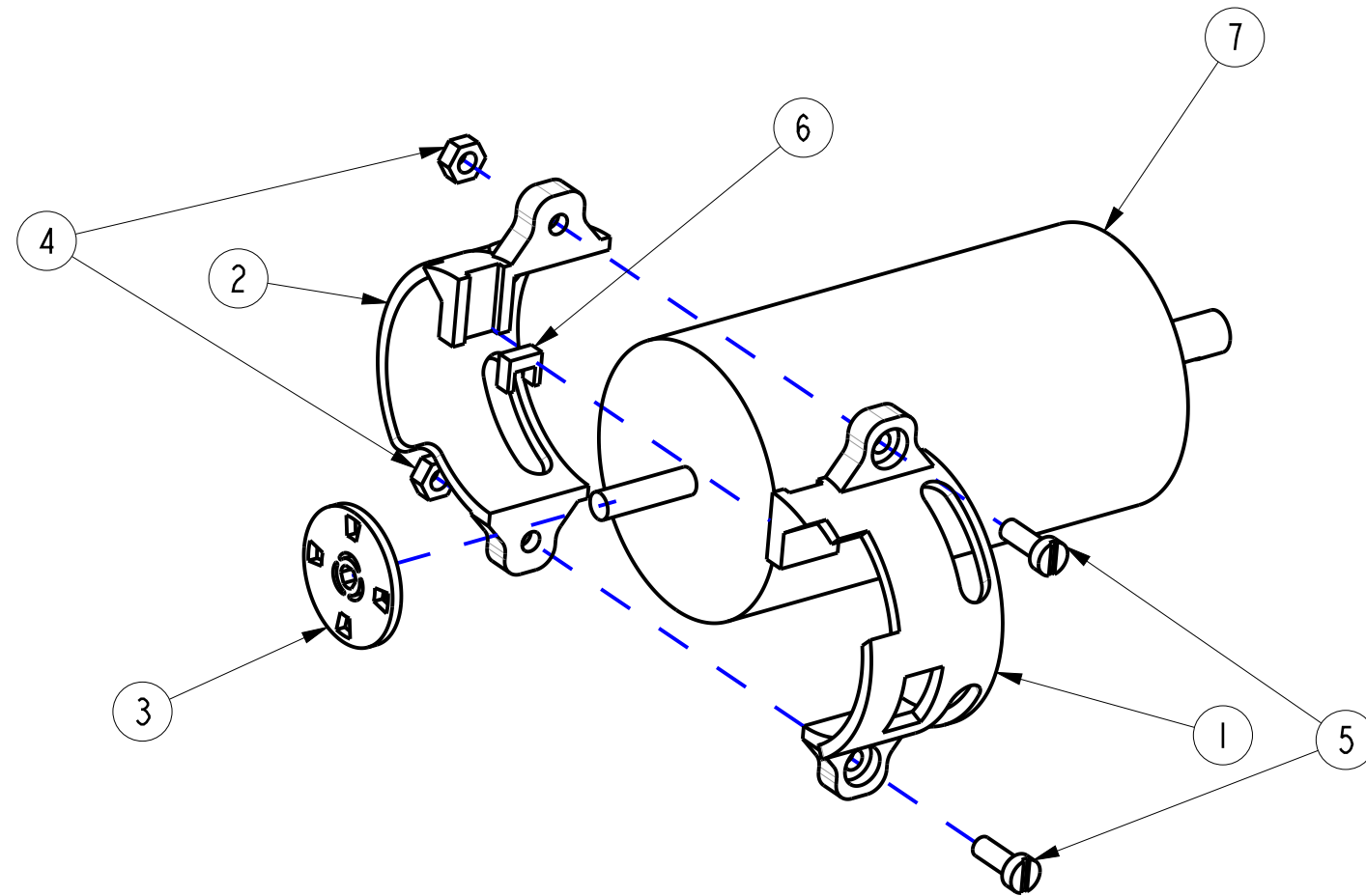
Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 
Massa (kg): 1,873				
Tractament tèrmic: -	Dimensió	Tolerància	 	Descripció
-	0 - 10	± 0,1		
Tractament superficial: -	10 - 50	± 0,2		
-	50 - 200	± 0,8		
Projectat: Sergi Subias Escartin	Rugositat no indicada:		Escala: 0,500	Referència
Aprovat: Joan Roca i Enrich				
Data: Setembre de 2020			Format: A3	Revisió: 1 Full: 1/1



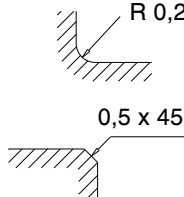
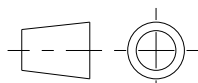


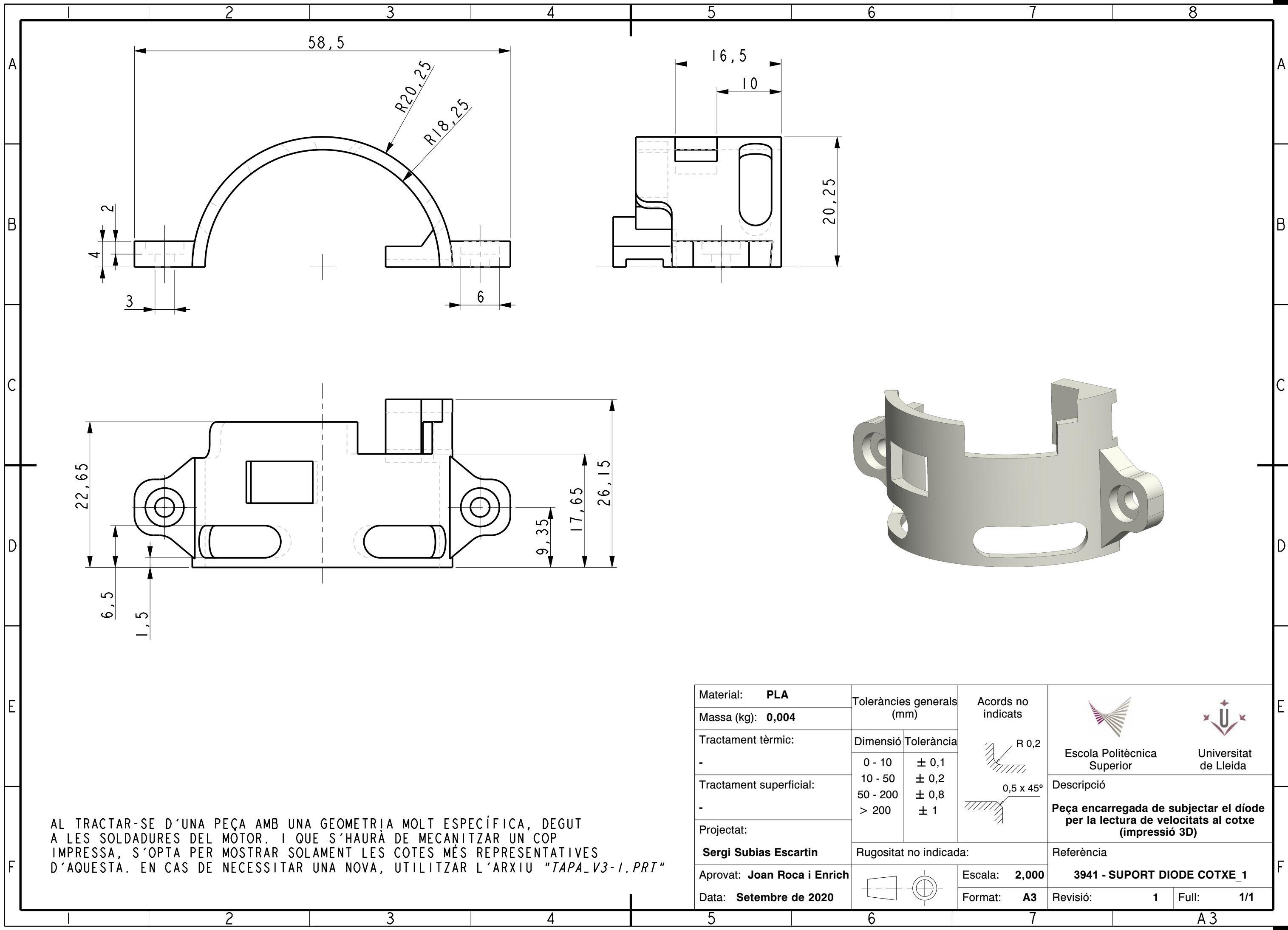






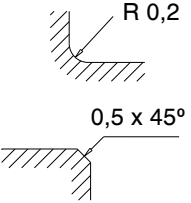
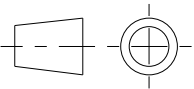
6		7		8	
ÍNDEX		DESCRIPCIÓ		QUANTITAT	
1		SUPORT DIODE COTXE_1		1	
2		SUPORT DIODE COTXE_2		1	
3		RODA LECTURA VELOCITAT COTXE		1	
4		FEMELLA HEXAGONAL M3 DIN-934		2	
5		CARGOL M3 DIN-84		2	
6		OPTOINTERRUPTOR (DÍODE)		1	
7		MOTOR COTXE		1	

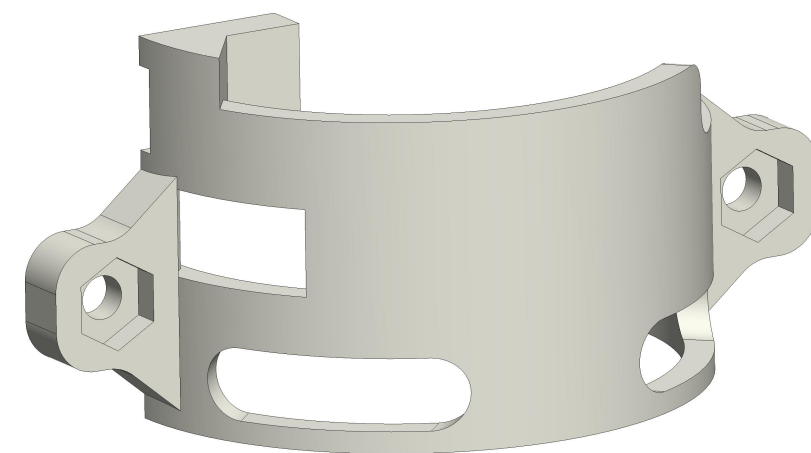
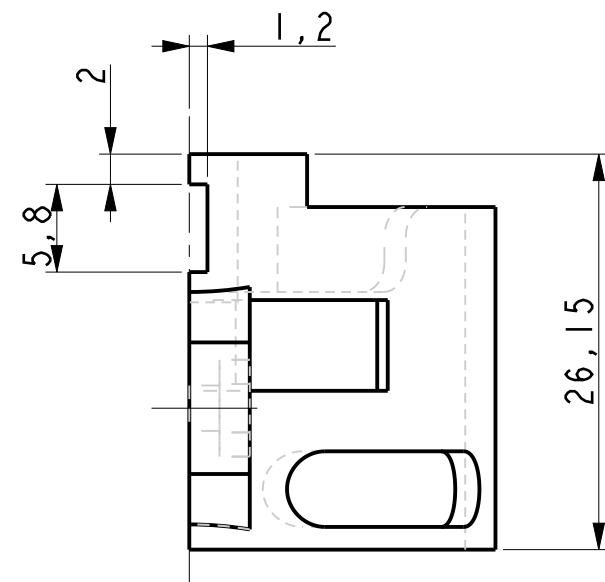
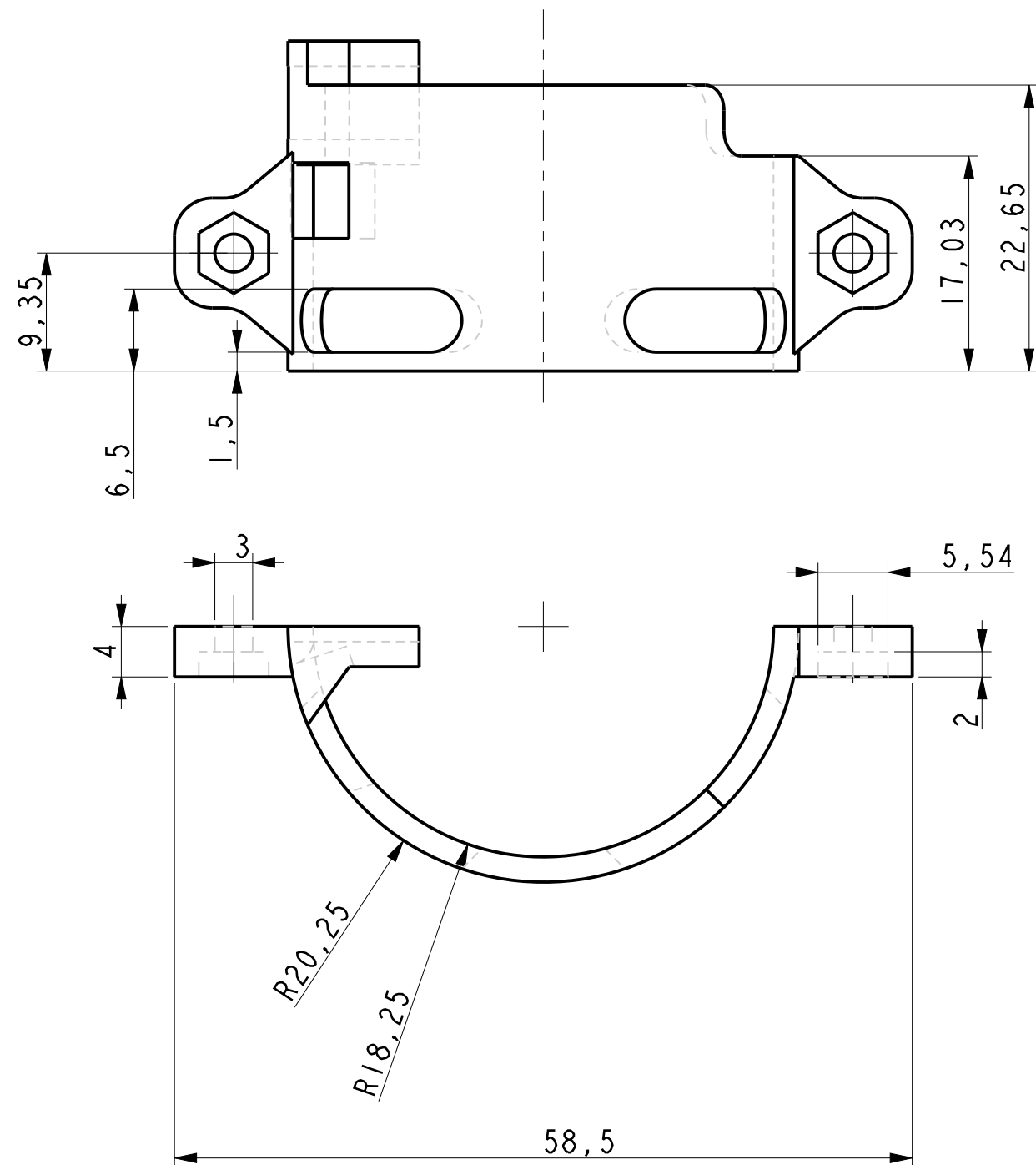


Material: -	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg): -					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politècnica Superior	Universitat de Lleida
-				Descripció	
Tractament superficial:				<b>Conjunt per la lectura de la velocitat del motor del cotxe</b>	
-					
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència  <b>3841 - CONJUNT MOTOR COTXE</b>		
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>		Escala: <b>1,000</b>	<b>1</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>		Format: <b>A3</b>			



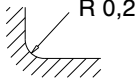
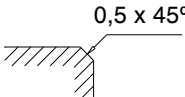
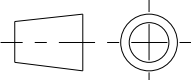


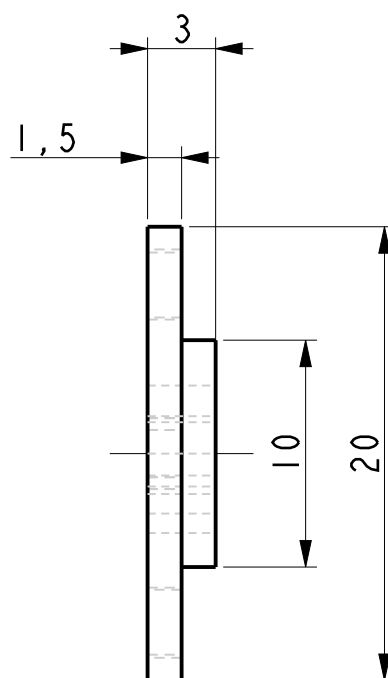
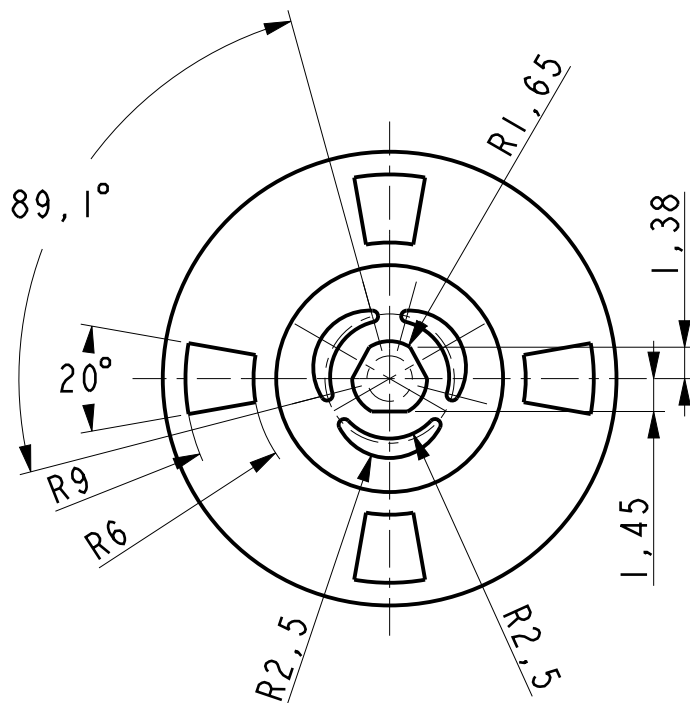
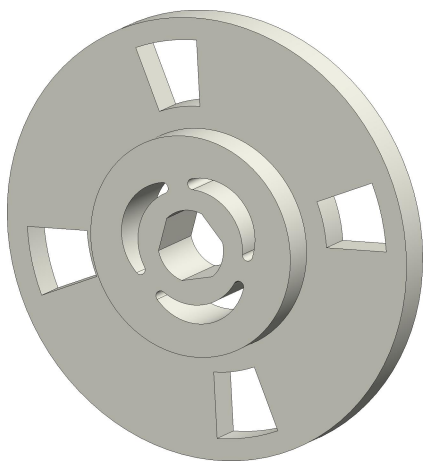
AL TRACTAR-SE D'UNA PEÇA AMB UNA GEOMETRIA MOLT ESPECÍFICA, DEGUT A LES SOLDADURES DEL MOTOR. I QUE S'HAURÀ DE MECANITZAR UN COP IMPRESSA, S'OPTA PER MOSTRAR SOLAMENT LES COTES MÉS REPRESENTATIVES D'AQUESTA. EN CAS DE NECESSITAR UNA NOVA, UTILITZAR L'ARXIU "TAPA\_V3-1.PRT"



Material: <b>PLA</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,004</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció <b>Peça encarregada de subjectar el díode per la lectura de velocitats al cotxe (impressió 3D)</b>		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
-	> 200	± 1				
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència		
<b>Sergi Subias Escartin</b>						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>2,000</b>	<b>3941 - SUPORT DIODE COTXE_1</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>			



AL TRACTAR-SE D'UNA PEÇA AMB UNA GEOMETRIA MOLT ESPECÍFICA, DEGUT A LES SOLDADURES DEL MOTOR. I QUE S'HAURÀ DE MECANITZAR UN COP IMPRESSA, S'OPTA PER MOSTRAR SOLAMENT LES COTES MÉS REPRESENTATIVES D'AQUESTA. EN CAS DE NECESSITAR UNA NOVA, UTILITZAR L'ARXIU "TAPA\_V2-2.PRT"


Material: <b>PLA</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): <b>0,004</b>						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 	Escola Politècnica Superior		
-	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2		Descripció		
	50 - 200	± 0,8				
-	> 200	± 1				
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència			
<b>Sergi Subias Escartin</b>						
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Escala: <b>2,000</b>	<b>4041 - SUPORT DIODE COTXE_2</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>			Format: <b>A3</b>			



Material: <b>PLA</b>	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats   	 	
Massa (kg): <b>0,001</b>					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció  <b>Peça per realitzar la lectura de velocitats en el motor del cotxe (impressió 3D)</b>	
-	0 - 10	± 0,1			
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2		Referència  <b>4141 - RODA LECTURA VELOCITAT COTXE</b>	
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Escala: <b>3,000</b>	Revisió: <b>1</b> Full: <b>1/1</b>	
<b>Sergi Subias Escartin</b>					
Aprovat: <b>Joan Roca i Enrich</b>			Format: <b>A4</b>		
Data: <b>Setembre de 2020</b>					




## 4. PLEC DE CONDICIONS

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS		
	Autor: Sergi Subias Escartin		
	PLEC DE CONDICIONS	Pàgina:	2 de 20

## ÍNDEX


4.1. ÍNDEX PLEC DE CONDICIONS .....	2
4.2. INTRODUCCIÓ .....	3
4.3. FULLES D'ESPECIFICACIONS DELS COMPONENTS COMERCIALS .....	4
4.3.1. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MOTOR D'ACCIONAMENT .....	5
4.3.2. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REDUCTOR .....	6
4.3.3. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL TAMBOR .....	7
4.3.4. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA CÈL·LULA DE CÀRREGA .....	8
4.3.5. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL COIXINET .....	9
4.3.6. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LES RODES .....	10
4.3.7. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS TACS DE GOMA .....	11
4.3.8. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MÀNEC TELESCÒPIC .....	12
4.3.9. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS CONTRAPESOS .....	13
4.3.10. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA BATERIA .....	14
4.3.11. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REGULADOR PWM .....	15
4.3.12. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL CABLE DE TRACCIÓ .....	16
4.4. ACABATS SUPERFICIALS .....	17
4.5. SOLDADURES .....	19

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	PLEC DE CONDICIONS	Pàgina: 3 de 20

## 4.2. INTRODUCCIÓ

El plec de condicions tindrà com a objectiu establir unes condicions tècniques, econòmiques, administratives i legals per a que l'objecte del projecte pugui materialitzar-se en les condicions especificades, evitant possibles interpretacions diferents a les desitjades. És a dir, serà una guia que complementarà els plànols per tal d'obtenir el mateix resultat independentment de la persona encarregada de la seva producció.



 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	PLEC DE CONDICIONS	Pàgina: 4 de 20

#### 4.3. FULLES D'ESPECIFICACIONS DELS COMPONENTS COMERCIALS


Les fulles d'especificacions recolliran totes les característiques principals dels equips comercials muntats, aquelles que són indispensables per a que l'equip mantingui les seves prestacions actuals. Aquestes fulles permetran l'opció de muntar altres alternatives en l'equip, sempre que les noves peces compleixin les característiques mínimes que es recolliran a continuació.



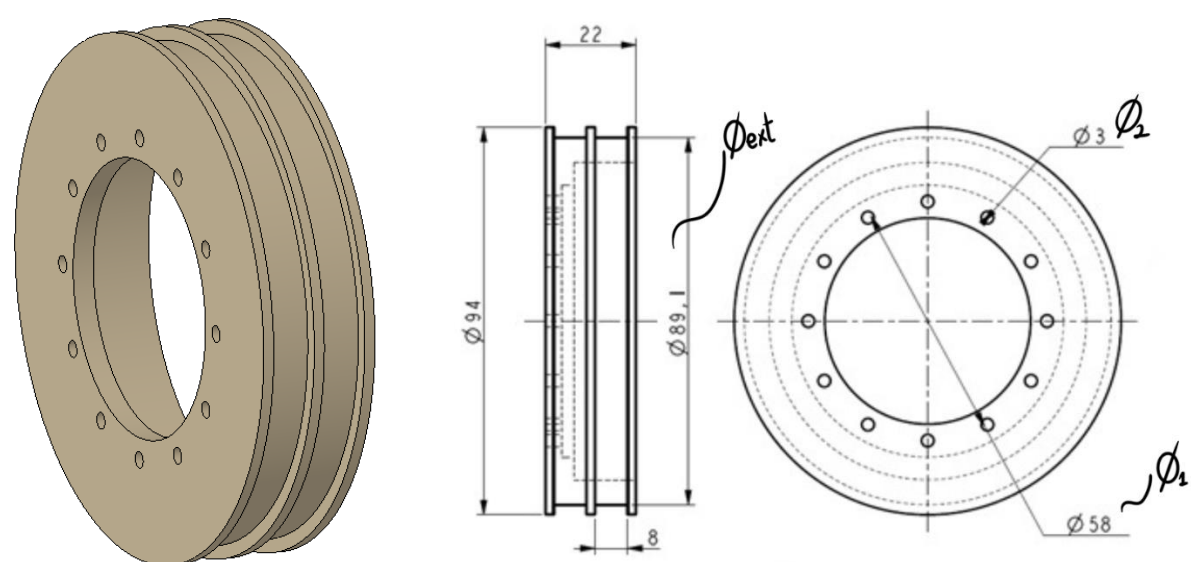
#### 4.3.1. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MOTOR D'ACCIONAMENT

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  MOTOR D'ACCIONAMENT	Full 1 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> ACCIONAR SISTEMA DE TRACCIÓ DEL EQUIP		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈCNIQUES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tensió nominal (<math>U_{nom}</math>): 24V</li><li>- Potència nominal (<math>P_{nom}</math>): 150 W</li><li>- Velocitat angular màxima (<math>\omega_{m\grave{a}x}</math>): 8200 rpm</li><li>- Parell nominal (<math>\Gamma_m</math>): 181 mN·m</li></ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Al tractar-se d'un projecte on s'han reaprofitat alguns components (motor, reductor i tambor), resultarà bastant complicat el fet de poder substituir algun d'aquets 3 elements. Per aquest motiu, és recomanable veure l'annex "2.4.1. DADES MOTOR MAXON RE40" per poder analitzar totes les característiques del motor, no solament les funcionals, sinó també les dimensionals.</li></ul>		

#### 4.3.2. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REDUCTOR

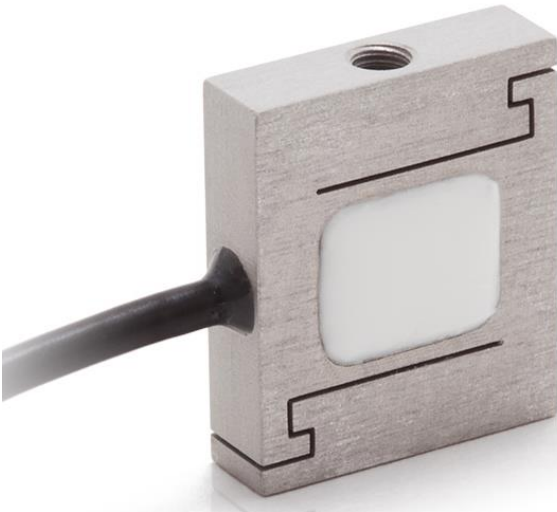
<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  REDUCTOR	Full 2 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> REDUIR LA VELCITAT ANGULAR DEL MOTOR I TRANSMETRE-LA AL TAMBOR		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipus: Harmonic Drive</li> <li>- Relació de transmissió (<math>\tau</math>): 1/120</li> <li>- Relació de reducció (i): 120</li> </ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  <p>- Al tractar-se d'un projecte on s'han reaprofitat alguns components (motor, reductor i tambor), resultarà bastant complicat el fet de poder substituir algun d'aquets 3 elements. Per aquest motiu, és recomanable veure l'annex "2.4.2. DADES REDUCTOR HARMONIC DRIVE" per poder analitzar totes les característiques del reductor, no solament les funcionals, sinó també les dimensionals.</p>		

### 4.3.3. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL TAMBOR


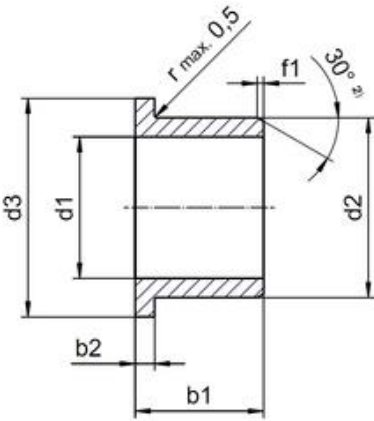
<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  TAMBOR	Full 3 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> RECOLLIR EL CABLE DE TRACCIÓ I TRANSMETRE EL MOVIMENT ANGULAR DEL MOTOR		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\phi_{ext} \geq 89,1 \text{ mm}</math></li> <li>- <math>\phi_1 = 58 \text{ mm}</math></li> <li>- <math>\phi_2 = 3 \text{ mm}</math></li> </ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  - Juntament amb el motor i el reductor, aquest és un altre element reaprofitat per aquest projecte. S'han indicat algunes dades tècniques importants per aquest cas en concret però, si es canvia algun dels elements anteriors, s'hauria de buscar una alternativa d'aquest fent els càlculs pertinents. Veure "2.3.1 CÀLCULS DE VELOCITAT I FORÇA" per trobar una alternativa.		



#### 4.3.4. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA CÈL·LULA DE CÀRREGA

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  CÈL·LULA DE CÀRREGA	Full 4 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> MESURAR LA FORÇA DE TRACCIÓ DEL CABLE		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Error de mesura <math>\pm 2\%</math></li><li>- Mètrica de la unió: M5</li><li>- Força mínima 80N</li></ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Veure "2.4.3. DADES CEL·LULA DE CÀRREGA FUTEK LSB210" dels annexes per més informació addicional</li></ul>		

#### 4.3.5. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL COXINET

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  COIXINET DE FRICCIÓ	Full 5 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> REDUIR LES FORCES DE FRICCIÓ EN UNA UNIÓ ARTICULADA		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		
<b>DADES TÈCNIQUES:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coixinet amb baixos coeficients de fricció en funcionaments en sec</li> <li>- Econòmic</li> <li>- Baix desgast</li> <li>- <math>b_1 = 5mm</math></li> <li>- <math>d_1 = 8mm</math></li> <li>- <math>d_2 = 10mm</math></li> </ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veure "2.4.8. DADES COIXINET I GLIDURR" dels annexes per més informació addicional</li> </ul>		




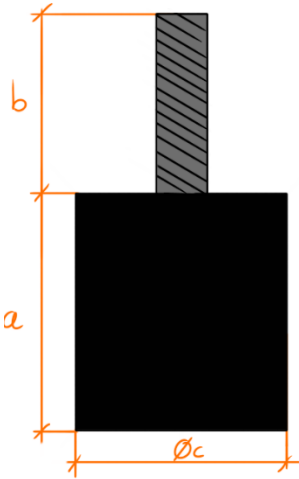
#### 4.3.6. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LES RODES

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  RODES CAUTXÚ	Full 6 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> FACILITAR EL TRANSPORT DE L'EQUIP		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈCNIQUES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- <math>\varnothing_{\text{exterior}} = 100\text{mm}</math></li><li>- <math>\varnothing_{\text{forat interior}} = 15\text{mm}</math></li><li>- Amplitud de la roda <math>\leq 45,5\text{mm}</math></li><li>- Pes mínim a suportar 25 kg</li></ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Les rodes estan fabricades d'un plàstic més resistent en el seu esquelet i envoltades de cautxú. No hi ha cap indicació específica sobre el material d'aquestes, però haurà de permetre el seu transport per zones escarpades i de difícil accés ja que es on es volen realitzar els estudis.</li></ul>		

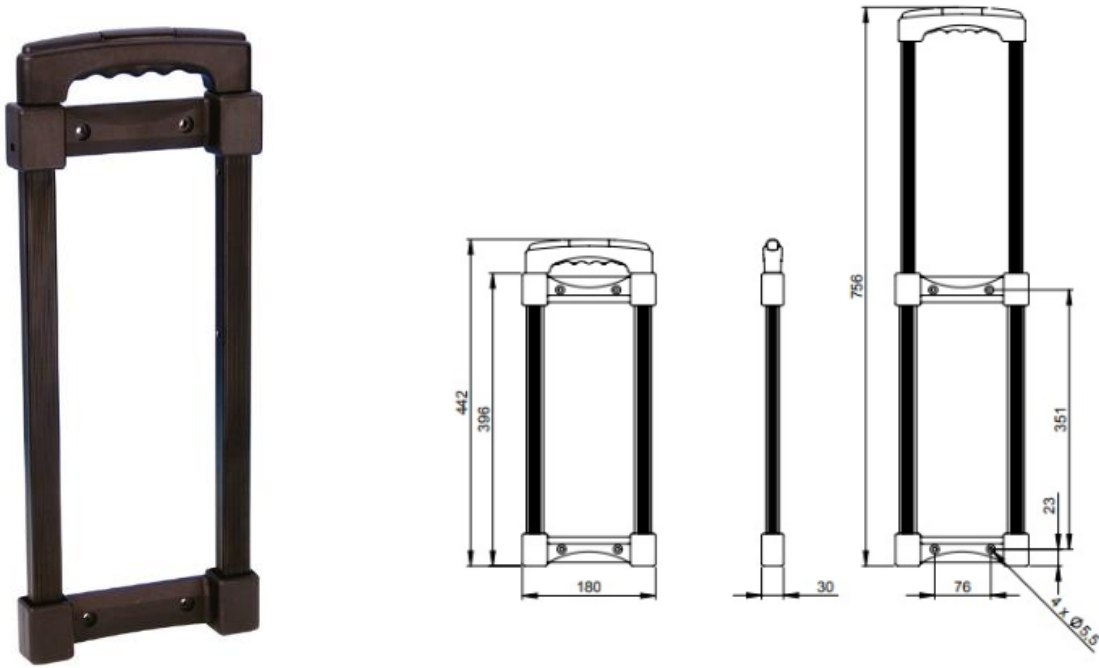




#### 4.3.7. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS TACS DE GOMA

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  SILENTBLOCK	Full 7 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> SUPORTAR L'EQUIP		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>   		
<b>DADES TÈNIQUES</b>  - Unió M8 - $a = 30mm$ - $b \leq 35 mm$ - $\varnothing_c \leq 40mm$		
<b>OBSERVACIONS:</b>  -		

#### 4.3.8. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL MÀNEC TELESCÒPIC

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  MÀNEC TELESCÒPIC	Full 8 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> FACILITAR EL TRANSPORT DE L'EQUIP		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenir el posicionament dels forats per la unió amb l'esquelet</li> <li>- Allargament mínim: 700 mm</li> <li>- Espai interior entre barres verticals més gran de 80mm (per facilitar la regulació de l'alçada del sistema de tracció)</li> <li>- Capacitat de càrrega mínima 26 kg (sense contrapesos) o 46kg (si es vol transportar amb contrapesos)</li> <li>- Unions M5</li> </ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  -		



#### 4.3.9. FULLA D'ESPECIFICACIONS DELS CONTRAPESOS

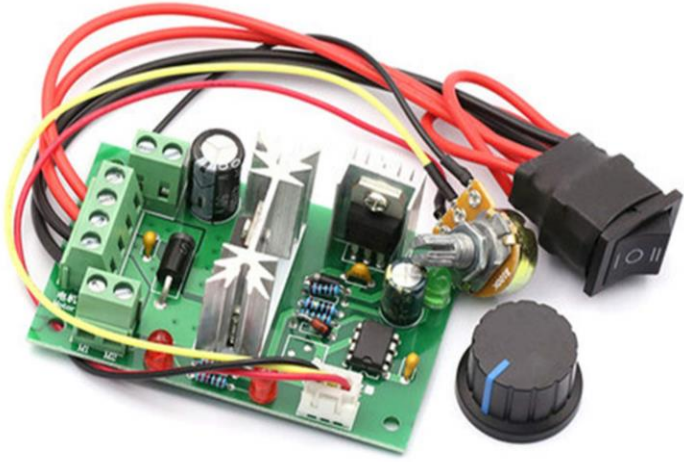
<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  CONTRAPESOS	Full 9 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> INCREMENTAR EL PES DE L'EQUIP PER EVITAR EL SEU MOVIMENT		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Diàmetre forat mínim 31mm</li><li>- Diàmetre exterior màxim 250mm</li><li>- Pes mínim 10kg</li><li>- Gruix màxim 42mm</li></ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  -		




#### 4.3.10. FULLA D'ESPECIFICACIONS DE LA BATERIA

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  BATERIA	Full 10 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> APORTAR L'ENERGIA AL MOTOR PEL FUNCIONAMENT DE L'EQUIP		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Voltatge: 36V</li><li>- Capacitat nominal 10Ah</li><li>- Corrent màxima 15A</li><li>- Pes 3,6 kg</li><li>- Dimensions 390x110x75mm</li></ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Veure "2.4.4. BATERIA X-GO" dels annexes per més informació addicional</li></ul>		

#### 4.3.11. FULLA D'ESPECIFICACIONS DEL REGULADOR PWM

<b>PROJECTE:</b>  DISSENYI CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  REGULADOR PWM	Full 11 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> AJUSTAR EL VOLTATGE D'ENTRADA AL MOTOR PER REGULAR LA SEVA VELOCITAT		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈNIQUES</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltatge d'entrada: 12-36V</li> <li>- Corrent de sortida 6A</li> <li>- Rang de velocitats de 0-100% regulable</li> <li>- Dimensions 74x46x28mm</li> </ul>		
<b>OBSERVACIONS:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veure "2.4.5. DADES REGULADOR PWM" dels annexes per més informació addicional</li> </ul>		

#### 4.3.12. FULLA D'ESPECIFICACIONS CABLE DE TRACCIÓ

<b>PROJECTE:</b>  DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	<b>ÍTEMS:</b>  CABLE DE TRACCIÓ	Full 12 de 12  <b>DATA:</b> 20/07/2020
<b>FUNCIÓ:</b> UNIÓ ENTRE EL VEHICLE I EL TAMBOR		
<b>REPRESENTACIÓ / IMATGE:</b>  		
<b>DADES TÈCNIQUES</b>  - Diàmetre 2mm - Longitud 3m - Carga de trencament superior a 10kg		
<b>OBSERVACIONS:</b>  -		

#### 4.4. ACABATS SUPERFICIALS

Les peces fabricades al taller no han patit cap treball d'acabat superficial un cop fabricades. En gran part això ha set degut a la impossibilitat d'assistència al taller. Tot i no haver pogut realitzar aquesta tasca, en aquest apartat es detallarà com realitzar-la per tal d'obtenir uns resultats òptims en el producte.

L'estructura de l'equip estarà formada per tubs d'acer que necessitaran d'un acabat superficial per tal d'evitar aspectes com l'oxidació o possibles rugositats no desitjades. Aquest procés de pintura sobre superfícies metàl·liques es realitzarà seguint els criteris recollits en la norma *UNE-EN ISO-12944 "Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectoras"*.

El primer pas serà la eliminació del greix, oli, pols o qualsevol altre contaminat, que es trobi sobre la superfície a tractar després d'haver-la mecanitzat. En aquest cas, aquest pas no es realitzarà fins després d'haver avellanat els forats, llimat les peces i haver-les soldat segons plànols. Aquest procés de neteja de la superfície es podrà realitzar utilitzant diferents metodologies:

- Sorrejat abrasiu sobre metall blanc
- Sorrejat abrasiu sobre metall quasi blanc
- Sorrejat comercial
- Sorrejat lleuger
- Raspall de disc
- Dissolvents



Imatge 4.1. Neteja per raspall de disc



Un cop la superfície estigui neta s'aplicarà una capa d'imprimació o d'algun pretractament (si s'escau) durant el mateix dia, sense sobrepassar les 4-6 hores després del sorrejat. Quan la capa d'imprimació estigui completament seca es podrà procedir a aplicar la pintura.

En la següent taula es mostren les capes necessàries segons la metodologia emprada en el procés de pintat:

Método de Aplicación	Imprimación	Capas intermedias	Capa de acabado	Pinturas de gran viscosidad
Brocha	Sí	Sí	Sí	No <sup>(2)</sup>
Rodillo	No	Sí	Sí	No
Pistola convencional (atomización x aire)	No <sup>(1)</sup>	Sí	Sí	No
Pistola sin aire (Airless)	No	Sí	Sí	No
Pistola en caliente	No	Sí	Sí	Sí
Atomización con pistola de alta presión	No	No	No	Sí
Espátula	No	No	No	Sí

Tabla 2. Métodos de aplicación de pinturas

<sup>(1)</sup> Para ciertos productos está permitido siempre que la superficie haya sido chorreada a "metal blanco" (Sa3-SP5) o "casi blanco" (Sa2 1/2-SP10).

<sup>(2)</sup> Empleado para productos epoxídicos, con restricciones.

Figura 4.1. Taula dels mètodes d'aplicació de la pintura i les capes necessàries

#### 4.5. SOLDADURES

El tipus de soldadura aplicat en el projecte ha set la MIG-MAG (per arc elèctric) i s'ha realitzant seguint la normativa *UNE-EN ISO "Especificación y cualificación de procedimientos de soldeo para materiales metálicos"*. Aquest tipus de soldadura crea un arc elèctric entre l'elèctrode, que te forma de fil continu, i la peça a soldar. La protecció tant del arc com del bany de soldadura la realitza un gas, en aquest cas actiu ja que parlem d'una soldadura tipus MAG. Degut a l'alta productivitat i la facilitat d'automatització, la soldadura MIG-MAG es cada cop més freqüent en el sector industrial. Es un tipus de procediment que permet fer soldadures de tot tipus d'acers, aluminis, cobres, en gruixos a patir de 0,5mm i en totes les posicions. A més, la protecció del gas garanteix un cordó de soldadura continu y uniforme, lliure d'impureses.

En el plànols s'indiquen les diferents soldadures a realitzar en cada un dels conjunts. En aquest apartat no s'explicarà com realitzar la soldadura, ja que s'entén que la persona que les realitzarà ja disposarà d'aquets coneixement, ni explicacions teòriques com les de la petita introducció anterior. Així doncs, aquí s'aclariran les diverses simbologies i nomenclatures utilitzades, i es mostraran algunes imatges del procediment realitzat al taller.

A continuació s'explicaran aquestes simbologies i numeracions que s'observen en el plànols. Totes elles s'han realitzant seguint la normativa *UNE-EN ISO 2553:2014 "REPRESENTACIÓN SÍMBOLICA DE UNIONES SOLDADAS"*

- 1) Les fletxes senyalaran l'aresta on s'haurà d'aplicar la soldadura.
- 2) Si aquesta indicació s'acompanya d'un cercle, significarà que el cordó de soldadura haurà d'envoltar tot el perímetre de la unió. En cas de no portar-lo, solament es soldarà l'aresta indicada. Veure "*Figura 4.4. simbologia soldadures*"
- 3) Les fletxes s'acompanyaran d'una línia horitzontal amb una discontinua per sota.
- 4) Sobre aquesta línia o sota d'ella, depenent d'on es vulgui fer la soldadura, s'indicarà el tipus de soldadura i la hipotenusa del cordó. Si volem que la soldadura es faci a l'altre costat d'on estem indicant, ambdós paràmetres es situaran del revés a la línia discontinua. En cas d'indicar el costat correcte on anirà la soldadura, aquests es posaran a dalt. Si la soldadura va sobre ambdós costats, es posaran les simbologies tant a dalt com a baix. Veure "*Figura 4.3. simbologia soldadures*"
- 5) El triangle, o la figura geomètrica que es situï sobre aquesta línia horitzontal, indicarà el tipus de soldadura a realitzar. En aquest cas es tracta d'una soldadura en angle, tal i com es mostra en la taula dels símbols elementals de soldadura. Veure "*Figura 4.2. simbologia soldadures*"
- 6) Aquest símbol podrà anar o no acompanyat d'una ratlla. Aquesta indicarà que s'haurà de rebaixar la soldadura, mitjançant una mola, un cop la soldadura s'hagi endurit . Veure "*Figura 4.2. simbologia soldadures*"
- 7) El número que acompanya la figura geomètrica, indicarà la hipotenusa del cordó. Aquest número és calcula multiplicant el gruix de la peça a soldar per 0,7 (en el cas de les xapes) o per 1 (en el cas dels tubs estructurals). Aquesta condició s'ha aplicat a totes les soldadures exceptuant el cas de les femelles, que s'ha aplicat la condició de la xapa. Aquest coeficient de seguretat s'aplica per evitar deformacions durant les soldadures, per aquest motiu el tub estructural te major coeficient que el de les xapes.
- 8) El número situat a la dreta del tot "*135*" fa referència a la normativa de la soldadura MIG-MAG
- 9) En un dels casos, s'ha indicat que s'haurà de col·locar silicona per tal d'evitar l'aparició d'òxids un cop pintat.

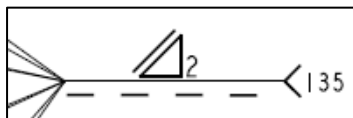


Figura 4.2. Simbologia soldadures

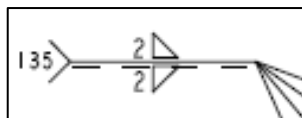


Figura 4.3. Simbologia soldadures

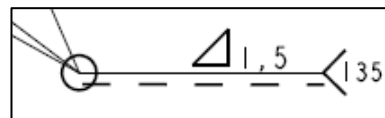


Figura 4.4. Simbologia soldadures



















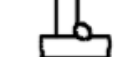





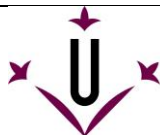
Tabla 1 Símbolos elementales			
Nº	Designación	Representación	Símbolo
1	Soldadura a tope con los flancos rectos		
2	Soldadura a tope en V simple		
3	Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio		
4	Soldadura a tope en bisel simple		
5	Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
6	Soldadura a tope en U simple		
7	Soldadura a tope en J simple		
8	Soldadura con bisel doble redondeado		
9	Soldadura con bisel redondeado		
10	Soldadura en ángulo		
11	Soldadura de tapón (en ojal o botón)		
12	Punto de resistencia (incluyendo el soldo por protuberancias en el sistema A)		


Figura 4.5. Símbols elementals de la soldadura

# 5. PRESSUPOST

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	PRESSUPOST	Pàgina: 2 de 6

## ÍNDEX

5.1.	ÍNDEX DEL PRESSUPOST .....	2
5.2.	INTRODUCCIÓ .....	3
5.2.1.	PARTIDA 1.1 .....	4
5.2.2.	PARTIDA 1.2 .....	5
5.2.3.	PARTIDA 1 .....	6
5.2.4.	PARTIDA 2 .....	6
5.3.	PRESSUPOST TOTAL .....	6

 <b>Universitat de Lleida</b> Escola Politècnica Superior	DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN EQUIP PER A MESURAR LES FORCES TANGENCIALS ENTRE LES RODES D'UN VEHICLE I DIFERENTS PAVIMENTS	
	Autor: Sergi Subias Escartin	
	PRESSUPOST	Pàgina: 3 de 6

## 5.2. INTRODUCCIÓ

En aquest apartat es determinarà el cost econòmic de tot el projecte, comptabilitzant no solament el preu unitari de cada peça, sinó que també inclourà el cost referent al projecte d'enginyeria. En tot moment s'ha tingut com a objectiu la minimització del cost de l'equip. Aquest objectiu s'ha intentat assolir fent una recerca de les diferents opcions que s'ofereixen al mercat, i escollint aquella més econòmica, però sempre prioritant la qualitat. En el document no es mostraran les diverses ofertes trobades, simplement s'indicarà l'opció escollida per cada component.

El pressupost es dividirà en 4 partides diferents:

- Partida 1.1: farà referència a tots aquells components fabricats i/o mecanitzats al taller de la UdL. Inclourà el cost de qualsevol peça que s'hagi modificat al taller i el cost de la seva manipulació. Aquest cost de manipulació, no es desglossarà per cada peça, s'indicarà el total d'hores emprades per totes les peces de l'equip.
- Partida 1.2: farà referència a tots aquells components que s'instal·laran a l'equip sense patir cap modificació al taller.
- Partida 1: farà referència als costos de les partides anteriors, més aquells costos procedents del muntatge de tot l'equip. Aquesta partida indicarà el cost de producció total de l'equip.
- Partida 2: indicarà els costos del projecte d'enginyeria (hores de disseny, càlculs, recerca...).

Un cop desglossades totes les partides, es realitzarà un pressupost total del disseny i fabricació de l'equip

### 5.2.1. PARTIDA 1.1

Seguidament es mostren els costos que fan referència a totes aquelles peces modificades en el taller i les seves hores de fabricació.

REFERÈNCIA	CONCEPTE/DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU TOTAL
1	PERFILS QUADRATS D'ACER (DIM: 40X40X2 MM)	5,382 m	17,06 €/m	91,82 €
2	PERFILS QUADRATS D'ACER (DIM: 50X50X2 MM)	0,42 m	27,96 €/m	11,74 €
3	PERFIL CIRCULAR D'ACER 30X2 MM	0,120 m	36,78 €/m	4,41 €
4	XAPA REGULACIÓ ALÇADA	1 unitat	3,70 €/unitat	3,70 €
5	XAPA SUBJECCIÓ RODES	2 unitats	2,81 €/unitat	5,62 €
6	XAPA SUPORT CONJUNT TAMBOR-REDUCTOR-MOTOR	2 unitats	1,95 €/unitat	3,90 €
7	PLANXA DE METACRILAT	0,15 m <sup>2</sup>	29,91 €/m <sup>2</sup>	4,49 €
8	VARILLES ROSCADES PER SUBJECCIÓ DE LA CÈL·LULA	0,105 m	5,52 €/m	0,58 €
9	BULÓ SUBJECCIÓ DEL SISTEMA DE TRACCIÓ	0,08 m	21,00 €/m	1,68 €
10	BULÓ CÈL·LULA DE CÀRREGA (CARGOL HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL, M10)	1 unitat	0,33 €/unitat	0,33 €
11	BULONS EIXOS DE LES RODES (CARGOL HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL, M8)	2 unitats	0,33 €/unitat	0,66 €
12	BOBINA PLC PER IMPRESSORA 3D	1 unitat	13,90 €/unitat	13,90 €
13	PINTURA EN SPRAY DUPLI-COLOR RAL2003 400ml	3 unitat	9,95€/unitat	29,85 €
14	IMPRIMACIO EUROPRIMER E-500 750ml	2 unitat	5,98 €/unitat	11,96 €
15	TREBALLS DE MECANITZACIÓ AL TALLER (SOLDADURES, ACABAT, IMPRESSIONS 3D,...)	60 h	12,00 €/h**	720,00 €
			<b>TOTAL</b>	<b>904,64 €</b>

\* Tots els preus unitaris mostrats en els pressupostos ja tenen comptabilitzat el 21% del IVA

\*\* El cost unitari de les hores realitzades pel treballador inclouen les retencions pertinents de l'estat (IRPF. Seguretat social, etc.)



### 5.2.2. PARTIDA 1.2

Seguidament es mostren els costos que fan referència a tots aquells components que s'han instal·lat en l'equip sense cap modificació

REFERÈNCIA	CONCEPTE/DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU TOTAL
1	COIXINETS DE FRICCIÓ IGLIDUR	2 unitats	1,37 €/unitat	2,74 €
2	ANELLS SEGER DIN-471 Ø8	2 unitats	0,02 €/unitat	0,05 €
3	ANEL·L SEGER DIN-471 Ø10	1 unitat	0,03 €/unitat	0,03 €
4	SILENTBLOCK M8	4 unitats	1,48 €/unitat	5,92 €
5	FEMELLES HEXAGONALS DIN-934 M8	4 unitats	0,06 €/unitat	0,22 €
6	FEMELLES HEXAGONALS DIN-934 M5	1 unitats	0,02 €/unitat	0,02 €
7	FEMELLES HEXAGONALS DIN-934 M3	4 unitats	0,02 €/unitat	0,06 €
8	ROSCA REBLONADA ALUMINI M5	8 unitats	0,12 €/unitat	0,96 €
9	ROSCA REBLONADA ALUMINI M6	8 unitats	0,14 €/unitat	1,15 €
10	ROSCA REBLONADA ALUMINI M8	4 unitats	0,21 €/unitat	0,82 €
11	CARGOLS DIN-84 M3	4 unitats	0,02 €/unitat	0,06 €
12	CARGOLS DIN-84 M5	7 unitats	0,03 €/unitat	0,20 €
13	CARGOLS DIN-84 M6	8 unitats	0,04 €/unitat	0,35 €
14	CARGOLS HEXAGONALS DIN-933 M8	4 unitats	0,06 €/unitat	0,25 €
15	MOTOR MAXON RE 40 "148867"	1 unitat	467,82 €/unitat	467,82 €
16	REDUCTOR HARMONIC DRIVE "HFUC-17-120"	1 unitat	250,00 €/unitat	250,00 €
17	TAMBOR	1 unitat	70,00 €/unitat	70,00 €
18	OPTOINTERRUPTOR (DÍODE)	2 unitats	3,00 €/unitat	6,00 €
19	CÈL·LULA DE CÀRREGA FUTEK "LSB210"	1 unitat	1.034,55 €/unitat	1.034,55 €
20	CABLE TRACCIÓ	1 unitat	15,00 €/unitat	15,00 €
21	PASSADOR ARTICULAT	2 unitats	0,36 €/unitat	0,71 €
22	MÀNEC TELESCÒPIC	1 unitat	25,90 €/unitat	25,90 €
23	BATERIA X-GO	1 unitat	230,00 €/unitat	230,00 €
24	CONTROLADOR PWM	1 unitat	14,16 €/unitat	14,16 €
25	RODES Ø100MM	2 unitats	6,71 €/unitat	13,42 €
26	CONTRAPESOS 10 KG	2 unitats	24,99 €/unitat	49,98 €
27	CABLEJAT ELÈCTRIC	0,3 m	6,43 €/m	1,93 €
			<b>TOTAL</b>	<b>2.192,30 €</b>

\* Tots els preus unitaris mostrats en els pressupostos ja tenen comptabilitzat el 21% del IVA

\*\* El cost unitari de les hores realitzades pel treballador inclouen les retencions pertinents de l'estat (IRPF. Seguretat social, etc.)

### 5.2.3. PARTIDA 1

Seguidament es mostren els costos que fan referència a les dues partides anteriors, més les hores de muntatge de l'equip. Així doncs, aquesta partida indicarà el cost total de la producció de l'equip.

REFERÈNCIA	CONCEPTE/DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU TOTAL
1	COST PARTIDA 1.1	-	-	904,64 €
2	COST PARTIDA 1.2	-	-	2.192,30 €
3	MUNTATGE FINAL DE TOT L'EQUIP	8 h	12,00 €/h**	96,00 €
TOTAL				3192,94 €

### 5.2.4. PARTIDA 2

Seguidament es mostren els costos que fan referència al projecte d'enginyeria de l'equip

REFERÈNCIA	CONCEPTE/DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU TOTAL
1	PROJECTE D'ENGINYERIA (CÀLCULS, DISSENY, RECERCA,...)	240h	25,00 €/h**	6000,00 €
TOTAL				6000,00 €

### 5.3. PRESSUPOST TOTAL

En aquest pressupost s'indiquen les dues partides desglossades anteriorment i representa el cost total (disseny i fabricació) de l'equip

REFERÈNCIA	CONCEPTE/DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU TOTAL
1	COST PARTIDA 1	-	-	3192,94 €
2	COST PARTIDA 2	-	-	6000,00 €
TOTAL				9192,94 €

\* Tots els preus unitaris mostrats en els pressupostos ja tenen comptabilitzat el 21% del IVA

\*\* El cost unitari de les hores realitzades pel treballador inclouen les retencions pertinents de l'estat (IRPF. Seguretat social, etc.)